

Operative Ergebnisse bei der Behandlung der Trichterbrust und Kielbrust

Diss. Erlangen
1903

Vorgelegt

von

Erwin Ulowetz

aus

Katzwang

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. F.P. Gall

OPERATIVE ERGEBNISSE BEI DER BEHANDLUNG DER
TRICHTERBRUST UND KIELBRUST

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Erwin Ulowetz
aus Katzwang.

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

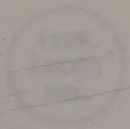
Dekan: Prof. Dr. V. Becker
Referent: Prof. Dr. G.H. Willital
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall
Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.1983

UNIVERSITÄT WÜRZBURG

Seite 2

Meiner Mutter
in Dankbarkeit gewidmet

1. Einleitung	1
2. Die Bedeutung der Dankbarkeit	2
3. Die Entwicklung der Dankbarkeit	3
4. Die Wirkung der Dankbarkeit	4
5. Die Förderung der Dankbarkeit	5
6. Die Dankbarkeit als Tugend	6
7. Die Dankbarkeit als Pflicht	7
8. Die Dankbarkeit als Kunst	8
9. Die Dankbarkeit als Wissenschaft	9
10. Die Dankbarkeit als Religion	10
11. Die Dankbarkeit als Philosophie	11
12. Die Dankbarkeit als Ethik	12
13. Die Dankbarkeit als Politik	13
14. Die Dankbarkeit als Ökonomie	14
15. Die Dankbarkeit als Soziologie	15
16. Die Dankbarkeit als Psychologie	16
17. Die Dankbarkeit als Pädagogik	17
18. Die Dankbarkeit als Medizin	18
19. Die Dankbarkeit als Jurisprudenz	19
20. Die Dankbarkeit als Theologie	20



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Allgemeines	4
1. Einleitung	4
2. Ätiologie der Trichter- und Kielbrust	9
3. Trichterbrusttypen	17
4. Vergesellschaftung mit anderen Krankheiten	22
5. Geschlechtsverteilung	25
6. Präoperative Beschwerden	27
7. Innerer sagittaler Thoraxdurchmesser	29
II. Operative Behandlung der Trichterbrust und Kielbrust	32
1. Konservative Behandlung	32
2. Operationsindikation	34
3. Operationsalter	37
4. Operative Verfahren zur Behandlung der Trichterbrust	42
a. Erlanger Methoden	42
b. Methoden anderer Operateure	53
c. Ergebnisse der einzelnen Methoden	61



	Seite
5. Operative Verfahren zur Behandlung der Kielbrust	65
a. Erlanger Methode	65
b. Methoden anderer Operateure	65
c. Ergebnisse der einzelnen Methoden	66
III. Statistik: Trichterbrust- und Kielbrustoperationen der Chir.Univ. Klinik Erlangen-Nürnberg von 1966 - 1979	68
1. Patientenmaterial und deren Frühergebnisse	68
2. Operationsdauer	71
3. Klinikaufenthalt	73
4. Postoperative Komplikationen	75
5. Prä- und postoperative krankengymnastische Behandlung	78
6. Erneute Korrekturoperationen	81
7. Prä- und postoperatives EKG	92
8. Prä- und postoperative Lungenfunktion	97
IV. Nachuntersuchung	100
1. Patientenmaterial	100
2. Ergebnisse	102
a. kosmetisches Ergebnis	102
b. Sensibilitätsstörungen	112

	Seite
c. Wirbelsäulenveränderungen und Haltungsschäden	113
c. Vermessungen der vorderen Thoraxwand	115
e. Subjektiver Eindruck des Patienten	131
V. Zusammenfassung	134
VI. Literaturverzeichnis	138

I. A L L G E M E I N E S

1. EINLEITUNG

Die häufigste und gleichzeitig schwerste Thoraxdeformität im Kindesalter ist die Trichterbrust. Darunter versteht man eine mehr oder minder ausgeprägte Einsenkung des Sternums mit seinen zugehörigen Rippenanteilen (in der Regel 3. - 9. Rippenknorpelpaar). Die Einwärtsbiegung des Sternums beginnt knapp unter dem Manubrium. Der tiefste Punkt des Trichters liegt meist am Übergang vom Sternum zum Processus xiphoideus. Die Konkavität kann sich eng und tief oder auch flach und weitausladend darstellen, je nach Ausmaß der Rippenknorpelbeteiligung.

Wesentlich seltener als die Trichterbrust findet sich das Bild der Kiel- oder Hühnerbrust. Hier liegt eine Protrusion des Sternums vor. Das Brustbein springt kielartig nach vorne, während seitlich die Rippenknorpelanteile leichte Eindellungen bilden.

Eine Sonderform der oben beschriebenen Thoraxdeformitäten stellt die Kombination von Trichter- und Kielbrust dar. Sie ist charakterisiert durch eine Vorwölbung des oberen Sternumanteils bei gleichzeitiger, trichterförmiger Einsenkung des unteren Abschnitts.

Für die vorliegende Arbeit wurden die Archivunterlagen über Operationen aller drei oben beschriebenen Deformitäten herangezogen, die in der Zeit vom 1.1.1966 bis 31.12.1979 an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg durchgeführt worden waren (806 Patienten). Ausgewertet wurden jedoch nur die Krankenblätter (mit Röntgen-, EKG- und Lungenfunktionsbefunden) derjenigen 130 Patienten, die nach der Korrektur in einer Frühuntersuchung bzw. bei der Spießentfernung einen Befund gezeigt hatten, der der normalen Anatomie des Brustkorbs nicht vollständig entsprach (z.B. Dellen, Knorpelhöcker, Rezidive etc.). Bei der statistischen Erfassung dieser Patienten wurde hauptsächlich das Ziel verfolgt, die Ursachen für die Entstehung mangelhafter Operationsergebnisse zu erforschen. Zur Erfassung der Spätergebnisse wurden die Patienten einbestellt und nachuntersucht, wobei wir versuchten, die Änderung des Befundes

im Vergleich zum Frühergebnis zu erkunden und den Thorax der Patienten objektiv zu vermessen (104 Patienten).

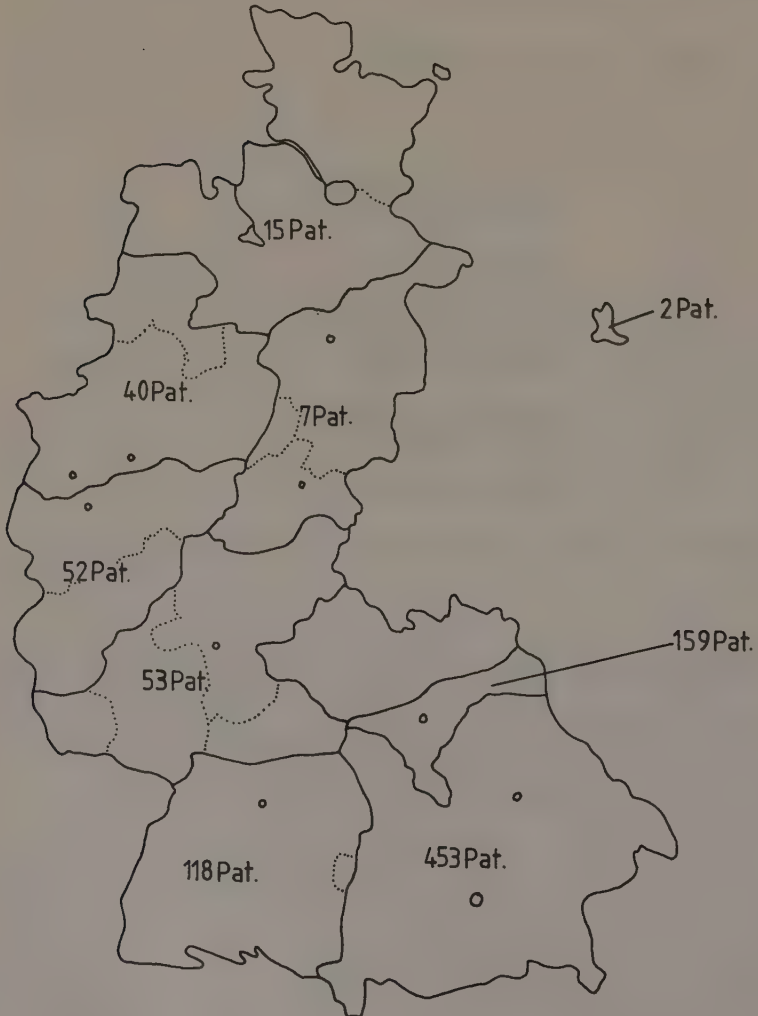
Der Einzugsbereich der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg für Trichterbrustoperationen erstreckt sich weit über die Grenzen Bayerns hinaus. Die Patienten kommen aus allen Bundesländern zur Korrektur nach Erlangen.

Herkunft von 740 Patienten (1966 - 1979)

Postleit- zahlbereich	Bundesländer	Anzahl der Patienten
85	Mittelfranken	159 (21,5 %)
8	Bayern	294 (39,7 %)
1	Berlin	2 (0,2 %)
2	Schleswig-Holstein, Niedersachsen	15 (2,3 %)
3	Niedersachsen	7 (0,9 %)
4	Nordrhein-Westfalen	40 (5,4 %)
5	Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz	52 (7,0 %)
6	Hessen, Rheinland- Pfalz, Saarland	53 (7,1 %)
7	Baden-Württemberg	118 (15,9 %)
		740 (100 %)

Erwartungsgemäß hoch ist der Anteil der mittelfränkischen (21,5 %) und bayerischen Patienten (39,7 %). Überraschend viele Patienten kommen aus dem Baden-Württembergischen Raum nach Erlangen.

Räumliche Verteilung der 740 Patienten innerhalb
der BRD



2. ÄTIOLOGIE DER TRICHTER- UND KIELBRUST

Die Ätiologie der Trichterbrust ist bis heute ungeklärt. Es sind im Laufe der Geschichte viele Erklärungsversuche über Ursache und Entstehungsmodus der Trichterbrust unter-
nommen worden, jedoch keine der vielen Theorien kann als gesichert gelten.

Ein Zusammenhang mit der Rachitis wurde früher angenommen; aber die Erfahrung hat gezeigt, daß diese These nicht aufrechterhalten werden kann. Von 93 Trichterbrustpatienten bei der Spätuntersuchung gab nur einer an, die Deformität habe sich nach einer Rachitiserkrankung gebildet.

Schon im 16. Jahrhundert entwickelte Bauhinus die Retraktionstheorie: ein nach hinten gerichteter Zug des Zwerchfells verursache die Trichterbildung. M.M. Ravitch nahm bis 1949 ein substernales Ligament an, das sich fascienartig von der Linea alba zum Sternum ziehe (29). Eine Bandverbindung vom Zwerchfell zur Trichterrückwand konnte jedoch bisher von keinem weiteren Operateur bestätigt werden.

Später revidierte Ravitch seine Annahme und schloß sich der Wachstumstheorie von Flesch an, bei der es durch übermäßiges Wachstum der Rippen zur Einwärtswölbung (Trichterbrust) bzw. Auswärtswölbung (Kielbrust) der vorderen Thoraxwandung komme (33). Diese Theorie findet vor allem im nordamerikanischen Raum sehr viele Befürworter (33, 40, 47).

Im europäischen Raum vertritt man hauptsächlich die Ansicht Manekes, der als Ursache der Trichterbrustbildung eine sternocostale Dysplasie postulierte, also eine Funktionsschwäche des Mesenchyms. Geisbe konnte zusammen mit seinen Mitarbeitern Mildenberger, Flach und Fendel 1971 diese Theorie untermauern (5): Sie konnten durch morphologische und biochemische Untersuchungen einen verstärkten katabolischen Metabolismus im Rippenknorpel von Trichterbrustpatienten beweisen. Im Tierexperiment schwächten sie bei zwei bis drei Wochen alten Kaninchen die Sternumknorpelscheiben durch Teilresektion, was innerhalb der ersten drei postoperativen Wochen aufgrund des negativen intrathorakalen Druckes zu einer deutlichen Trichterbrustbildung führte. Der kurze Zeitraum der Entstehung spreche ihrer Meinung nach völlig gegen die

Theorie des übermäßigen Knorpelwachstums. Jedoch bieten sie keine Erklärung für die Pathogenese der Kielbrust. Nach der Ansicht von Leuten wie Hecker, Reismann, Zippel und Gross ist diese Theorie aber die einleuchtendste und wahrscheinlichste (7, 12, 13, 37, 51).

Inwieweit die paradoxen Sternumbewegungen beim Atmungsvorgang bei der Ausbildung der Trichterbrust eine Rolle spielen, ist fraglich (3, 29, 33); jedenfalls haben I. Richter und M. Martin bei einem Kleinkind mit adenoider Vegetation beobachtet, daß sich bei Inspiration aufgrund der Obstruktion der Atemwege eine tiefe trichterförmige Einziehung des unteren Stenales bildete, die nach Adenotomie später vollständig verschwand (38).

Welchen Einfluß abnorme Verhältnisse in Utero (z.B. Druck auf das fetale Sternum durch ein Knie oder einen Ellenbogen) oder Besonderheiten beim Geburtsvorgang auf die Trichterbrustentstehung haben, ist nicht geklärt.

Besonderheiten bei der Geburt von 104 Patienten

(1966 - 1979)

<u>Trichterbrust</u>	<u>Anzahl</u>	<u>Zeitpunkt des Auftretens der Trichterbrust</u>
normale Geburt	47	
schwierige Geburt	10	4 x bei Geburt, jeweils 1 x im 1., 2., 5., 6., 7. und 10. Lebensjahr
Frühgeburt	2	1 x im 1. und 1 x im 4. Lebensjahr
Saugglocke	3	jeweils 1 x im 1., 2. und 5. Lebensjahr
Kaiserschnitt	2	1 x im 4. und 1 x im 10. Lebensjahr
Keine Angaben	29	

Kielbrust

6 Patienten mit normaler Geburt, 3 ohne Angaben.

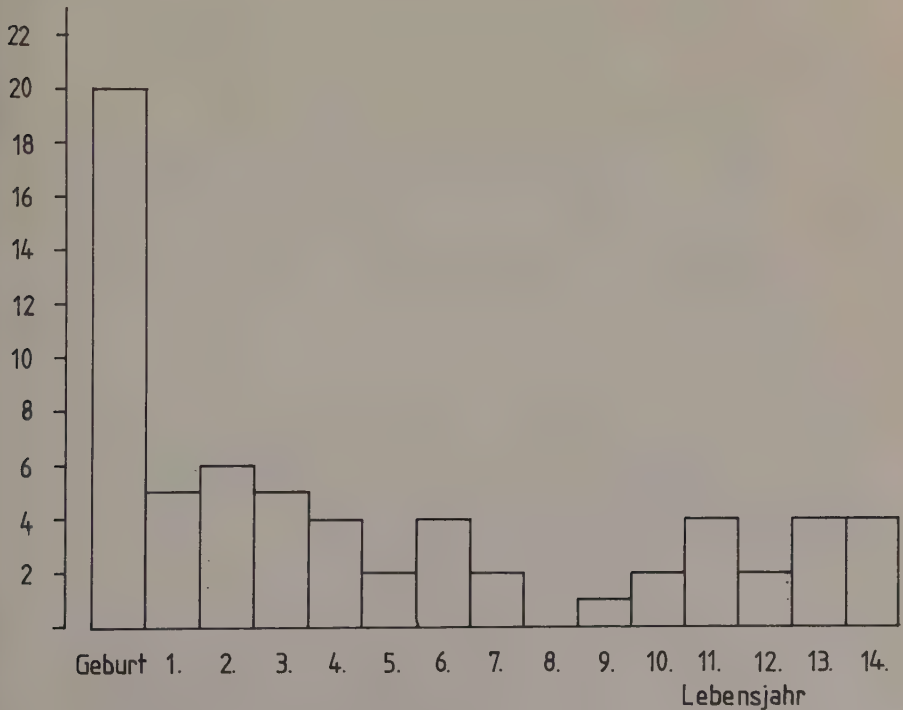
Kombinationsform

1 Patient mit normaler Geburt, 1 ohne Angaben.

Einflüsse des Geburtsvorganges auf die Trichterbildung können aus obiger Verteilung nicht gefolgert werden. Erwiesen aber scheint die Tatsache, daß es sich bei der Trichterbrust um eine konnatale Deformität handle, die also schon nach Geburt besteht und von da an progressiv fortschreitet.

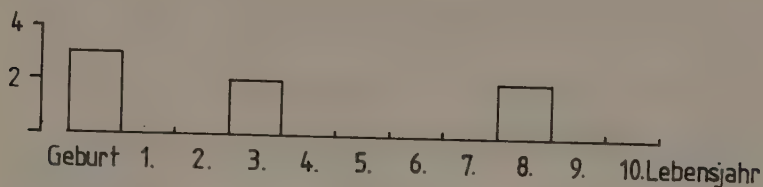
Auftreten der Trichterbrust bei 62 Patienten

Patienten-
zahl



Auftreten der Kielbrust bei 7 Patienten

Patienten-
zahl



Von den 93 Patienten mit Trichterbrust konnten 31 Patienten bei der Spätuntersuchung keine Angaben darüber machen, wann ihre Fehlbildung zum ersten Mal bemerkt worden war. Der weitaus größte Anteil erklärte, die Trichterbrust wäre schon bei Geburt auffällig gewesen (32,3 %), während die restlichen Patienten behaupteten, sie hätte sich im Laufe der frühen Kindheit ausgebildet. Ein Patient gab an, die Konkavität sei nach einer Rachitis im 3. Lebensjahr entstanden, ein anderer schuldigte einen Asthmaanfall im 6. Jahr als Ursache an.

Sieben von unseren 9 spätuntersuchten Patienten mit Kielbrust konnten Auskunft über das zeitliche Auftreten ihrer Deformität geben. Bei 3 Patienten (42,9 %) hatte man die Hühnerbrust schon bei Geburt erkannt.

Von unseren 2 Patienten mit Kombinationsform von Trichter- und Kielbrust bestand bei einem die Deformität schon von Geburt an; ein Patient blieb die Auskunft schuldig.

Eine familiäre Häufung von Trichterbrust und Kielbrust ist sicher. Die Zahlen aus der wissenschaftlichen Fachliteratur bewegen sich zwischen 10 % und 29 % Vorkommen von familiär belasteten Patienten innerhalb des jeweiligen Patientengutes (3, 12, 21, 37, 45, 47).

Bei der Nachuntersuchung unserer 93 Trichterbrustpatienten konnten uns 66 auf die Frage nach einer familiären Belastung antworten: Bei 22 (33,3 %) von ihnen bestände in der Verwandtschaft ebenfalls eine Thoraxdeformität.

Familiäre Häufigkeit bei 66 Trichterbrustpatienten

- | | |
|-----------------------|---|
| 13 Patienten (19,7 %) | mit einem weiteren Trichterbrustfall
in der Verwandtschaft |
| 7 Patienten (10,6 %) | mit mehreren Trichterbrustfällen in
der Verwandtschaft |
| 1 Patient (1,5 %) | mit einem Kielbrustfall in der
Verwandtschaft |
| 1 Patient (1,5 %) | mit einem Kielbrustfall und mehreren
Trichterbrustfällen in der Verwandtschaft |

Von den 9 Patienten mit Kielbrust gaben uns 7 Auskunft:

In nur einem Fall (14,3 %) sei in der Verwandtschaft ebenfalls ein Kielbrustträger bekannt.

Ein Patient von den zwei Patienten mit Kombinationsform gab an, in seiner Familie sei kein weiterer Fall mit einer Thoraxdeformität bekannt.

3. TRICHTERBRUSTTYPEN

Die Einteilung der verschiedenen Trichter- und Kielbrustformen nach pathologisch-anatomischen Gegebenheiten - erstmals 1969 von Willital vorgeschlagen - ist aus mehreren Gründen notwendig (11, 43, 48, 49):

1. für die richtige Indikationsstellung zur Operation
2. für das Abschätzen des Ausmaßes der Mitbeteiligung intrathorakaler Organe
3. als Richtmaß für die Intensität der prä- und postoperativen krankengymnastischen Behandlung
4. für die Prognosestellung

Die Klassifikation angeborener Thoraxfehlbildungen erfolgte an unserer Klinik bisher nach folgendem Muster:

- Typ 1 a: symmetrische Trichterbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax (Typ 1).
- Typ 1 b: asymmetrische Trichterbrust bei sonst normal konfiguriertem Thorax (Typ 2).
- Typ 2 a: symmetrische Trichterbrust bei Platythorax, also bei einer ausgeprägten Flachbrust (Typ 3).

- Typ 2 b: asymmetrische Trichterbrust bei
Platythorax (Typ 4).
- Typ 3 a: symmetrische Kielbrust bei sonst
normal konfiguriertem Thorax (Typ 5).
- Typ 3 b: asymmetrische Kielbrust bei sonst
normal konfiguriertem Thorax (Typ 6).
- Typ 4 a: symmetrische Kielbrust bei Platythorax (Typ 7).
- Typ 4 b: asymmetrische Kielbrust bei Platy-
thorax (Typ 8).
- Typ 9: Kombinationsformen von Kiel- und Trich-
terbrust.
- Typ 10: Brustwandaplasie.
- Typ 11: Manubrium-Sternumspalte.

Bei den asymmetrischen Typen liegt eine axiale Torsion des Sternums zugrunde (Typ 1 b, 2 b, 3 b, 4 b). Die Trichterbrustformen mit normal geformten Brustkorb (Typ 1 a, 1 b) besitzen meist einen engen, umschriebenen Trichter, wo hingegen die Einwölbungen bei Patienten mit Platythorax (Typ 2 a, 2 b) in der Regel flach ausladend geformt sind.

Bei der Spätuntersuchung wiesen die 13 Patienten mit
Platythorax zu 92,3 % einen asthenischen Körperbau auf.

Konstitution von 13 Patienten mit Flachbrust

asthenisch:	12	(92,3 %)
athletisch:	1	(7,7 %)
adipös:	0	

Typenaufteilung von 130 Patienten (1966 - 1979)

a) Trichterbrust: 116 Patienten (89,2 %)

Typ 1 a	70	(60,4 %)
Typ 1 b	34	(29,3 %)
Typ 2 a	7	(6,0 %)
Typ 2 b	5	(4,3 %)

b) Kielbrust: 11 Patienten (8,5 %)

Typ 3 a	3	(27,3 %)
Typ 3 b	8	(72,7 %)
Typ 4 a	0	
Typ 4 b	0	

c) Kombinationsform: 3 Patienten (2,3 %)

Typ 9	3
-------	---

Den weitaus größten Platz nehmen erwartungsgemäß die Trichterbrüste ein (89,2 %). Der Anteil der Kielbrüste (8,5 %) liegt dennoch verhältnismäßig hoch, während die Kombinationsformen (2,3 %) eine verschwindende Minderheit darstellen. Das Vorkommen von Flachbrüsten ist insgesamt selten (9,2 %); unter den Kielbrustfällen ist überhaupt keine anzutreffen.

Typenaufteilung von 130 Patienten nach Geschlechtern:

a) 116 Trichterbrustpatienten

	85 Männer	31 Frauen
Typ 1 a	48 (56,5 %)	22 (71,0 %)
Typ 1 b	27 (31,8 %)	7 (22,6 %)
Typ 2 a	6 (7,0 %)	1 (3,2 %)
Typ 2 b	4 (4,7 %)	1 (3,2 %)

b) 11 Kielbrustpatienten

	10 Männer	1 Frau
Typ 3 a	2 (20 %)	1 (100 %)
Typ 3 b	8 (80 %)	0
Typ 4 a	0	0
Typ 4 b	0	0

c) Kombinationsformen

Typ 9	2 Männer	1 Frau
-------	----------	--------

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß bei den Frauen öfters ein symmetrischer Befund (Typ 1 a) erhoben wird. Dies mag seine Ursache darin finden, daß im späteren Kindesalter durch die Bildung der weiblichen Brust leichter der optische Eindruck der Symmetrie der Deformität erweckt wird.

4. VERGESELLSCHAFTUNG MIT ANDEREN KRANKHEITEN

Das häufigste Krankheitsbild, das zusätzlich zu einer Trichterbrust vorkommen kann, ist das Marfan-Syndrom. Es wird ausnahmslos von allen Autoren in der Fachliteratur genannt, die Assoziationen von anderen Krankheiten mit der Trichterbrust festgestellt haben (3, 12, 37, 49). W.Ch. Hecker zählt eine ganze Reihe von Erkrankungen auf, die er innerhalb seines Trichterbrust-Patientengutes beobachtet hat (12): Marfan-Syndrom, Bonnevie-Ullrich-Syndrom, Gastroschisis, Herzfehler, Blasenextrophien, Gehörmißbildungen, Pruné-Belly-Syndrom, Zwerchfelldefekte, Relaxationen und Lungenzysten. G.H. Willital gibt eine hohe Vergesellschaftungsrate mit Vorhofseptumdefekten an (49). B. Reismann ist aufgefallen, daß besonders viele Nierenanomalien, wie Doppel- oder Hufeisennieren zusammen mit der Trichterbrust vorkommen (37).

Sehr interessant scheint die Feststellung von S. Godfrey aus Israel zu sein, der bei 4 von 5 Trichterbrustpatienten eine Anomalie des Bronchialknorpels diagnostizierte. Er wies bei diesen Patienten eine umschriebene Erweichung der Knorpelspangen im Bereich des linken Hauptbronchus nach (6).

Wie W.Ch. Hecker betont, liege bei Trichterbrustpatienten fast immer auch eine Wirbelsäulenveränderung vor (12). Für Ravitch, Rickham und Stauffer ist eine verstärkte Kyphose der Brustwirbelsäule für die Trichterbrust typisch (27, 32, 33, 39, 45). Ihrer Meinung nach sei der Trichterbrustträger meistens auch mit einer Haltungsschwäche behaftet, die sich in vorgefallenen Schultern und vorgewölbtem Bauch äußere. Demgegenüber postuliert Zippel aus der DDR bei der Trichterbrust einen deutlichen Flachrücken (51).

Bei unseren 130 Patienten verteilen sich Wirbelsäulenveränderungen (Skoliosen und Kyphosen der BWS) und Haltungsschäden wie folgt:

Wirbelsäulenveränderungen und Haltungsschäden bei 130 Pat.

Keine Veränderungen	53 (40,8 %)
Wirbelsäulenveränderung	13 (10,0 %)
Haltungsschäden	36 (27,7 %)
WS-Veränderung <u>und</u> Haltungsschaden	28 (21,5 %)

Der Anteil der Patienten, die vor der Operation eine Wirbelsäulenveränderung und/oder einen Haltungsschaden aufwiesen, liegt bei 59,2 %. 41 Patienten (31,5 %) hatten eine Wirbelsäulenveränderung, sogar 64 (49,2) eine Haltungsschwäche.

Von der Konstitution her gesehen werden Trichterbrustkinder sehr häufig als dünne, schwächliche, schüchterne Wesen vom asthenischen Typ beschrieben (33, 39, 40). U.G. Stauffer gibt an, daß bei 2/3 seiner Patienten ein asthenischer Körperbau vorherrsche (45). Diese Zahl deckt sich genau mit dem Ergebnis bei unserer Spätuntersuchung:

Konstitution von 104 Patienten

asthenischer Typ	70 (67,3 %)
athletischer Typ	26 (25,0 %)
adipöser Typ	8 (7,7 %)

5. GESCHLECHTSVERTEILUNG

Zur Erfassung der Geschlechtsverteilung konnten die Angaben aller 806 Patienten herangezogen werden, die im Zeitraum von 1966 bis 1979 in Erlangen operiert worden waren.

Geschlechtsverteilung von 806 Patienten

a) Trichterbrust: 726 Pat.

männlich	:	weiblich	= 2,2 : 1
499		227	

b) Kielbrust: 64 Pat.

männlich	:	weiblich	= 9,7 : 1
58		6	

c) Kombinationsform: 16 Pat.

männlich	:	weiblich	= 1,3 : 1
9		7	

Die Geschlechtsverteilung liegt bei unserem Trichterbrustmaterial bei 2,2 : 1. Die Autoren aus der Literatur geben ähnliche Verhältnisse an: v.d.Oelsnitz (25) 1,9 : 1; Hecker (12) wie auch Stauffer (45) 2,6 : 1; Humphreys (21) 2,7 : 1.

Für das deutliche Überwiegen der männlichen Patienten bei unseren Kielbrustfällen (9,7: 1) liegen keinerlei Vergleichszahlen aus der Fachliteratur vor. Ebenso verhält es sich für die Verteilung bei den Kombinationsformen (1,3 : 1).

6. PRÄOPERATIVE BESCHWERDEN

Das Beschwerdebild vor der Operation der Trichterbrust ist äußerst vielfältig. Es resultiert aus der Mitbeteiligung der intrathorakalen Kreislauf- und Atmungsorgane (48). Da jedoch ein progredientes Leiden vorliegt, ist es nicht verwunderlich, daß die Beschwerden sich erst in der Adoleszenz manifestieren, wenn die Kompensationsmöglichkeiten des jungen Organismus erschöpft sind. Als Spätfolgen benennt Robicsek das Cor pulmonale und Lungenemphysem (40). Meist werden den Patienten ihre Beschwerden erst im nachhinein bewußt, wenn nach der Korrektur eine deutliche Besserung eingetreten ist.

Von den 104 Patienten bei der Nachuntersuchung hatten 60 (57,7 %) vor der Operation überhaupt keine Beschwerden. 44 Patienten (42,3 %) klagten über folgendes:

Art der präoperativen Beschwerden bei 44 Patienten

Erhöhte Infektanfälligkeit (Bronchitiden, Pneumonien etc.)	6 x
Kreislaufbeschwerden (Schwindel, Kollaps etc.)	8 x
Arrhythmien, Extrasystolen	2 x
Atemnot (bes. bei Belastung)	28 x
Asthma	1 x
Schmerzen im Trichterbereich	1 x
Depressionen	1 x

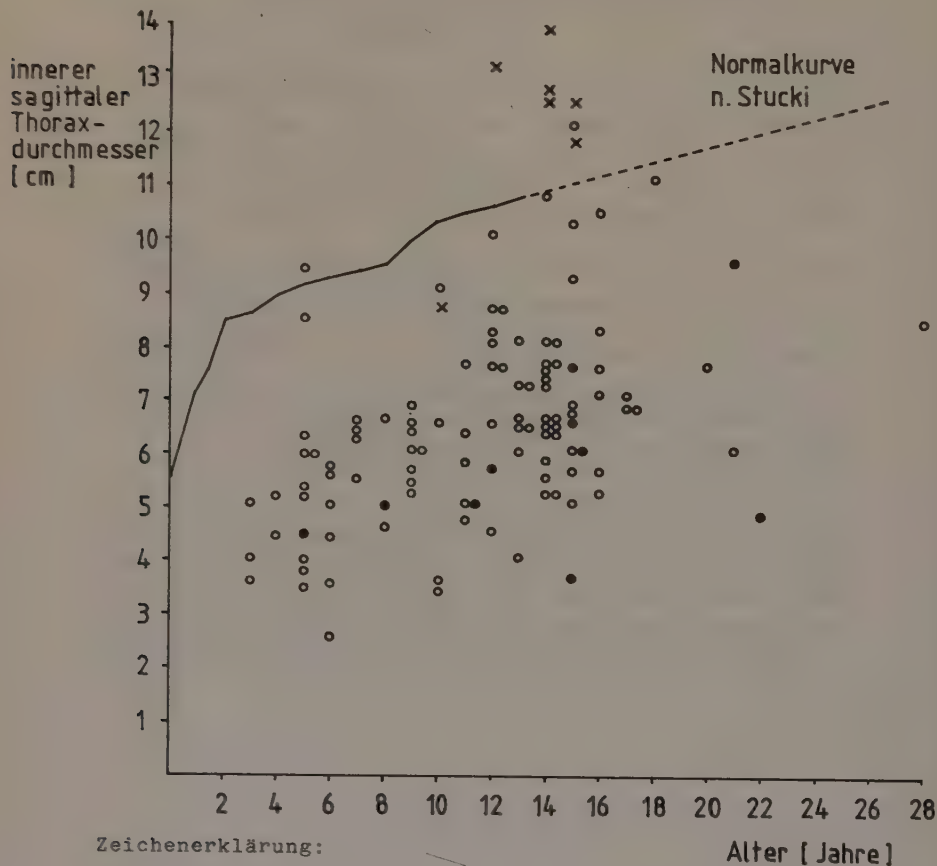
Das Fehlen von präoperativen Symptomen im Kindesalter sollte auf die Indikationsstellung zur Operation wenig Einfluß haben, da die Beschwerden sich entweder noch nicht manifestiert haben oder von dem Kind bzw. dessen Eltern nicht erfaßt worden sind. Umso mehr aber sollte das Vorhandensein einer Symptomatik berücksichtigt werden.

7. INNERER SAGITTALER THORAXDURCHMESSER

Ein sehr gutes Maß, um die Verdrängung der intrathorakalen Organe beurteilen zu können, ist der innere sagittale Thoraxdurchmesser. Er wird bestimmt, indem man auf dem seitlichen Throaxröntgenbild den horizontalen Abstand zwischen der tiefsten Einsenkung der Sternuminnenkante und der Brustwirbelsäule möglichst in Inspirationslage mißt (11, 23, 43). H.R. Stucki hat nach diesem Verfahren 1972 normale Kinder vermessen und statistisch erfaßt (46).

Von unseren 130 Patienten mit Thoraxdeformitäten konnten wir aus den Unterlagen von 116 Patienten den inneren sagittalen Durchmesser vor der Operation ermitteln und mit den Normalwerten von Stucki vergleichen:

Präoperativer, innerer sagittaler Thoraxdurchmesser
von 116 Pat. im Vergleich zur Normalkurve von Stucki



Zeichenerklärung:

- = Trichterbrust
- × = Kielbrust
- = Flachbrust

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß fast alle Durchmesserwerte bei der Trichterbrust unter den Stuckiwerten liegen, die der Trichterbrustpatienten mit Platythorax insgesamt niedriger sind. Die Angaben über den inneren Abstand bei den Kielbrustpatienten befinden sich im wesentlichen weit über der Normalkurve.

II. O P E R A T I V E B E H A N D L U N G D E R T R I C H T E R B R U S T U N D K I E L B R U S T

1. KONSERVATIVE BEHANDLUNG

Die Behandlung der Trichterbrust durch krankengymnastische Übungen, Atemübungen und Rucksackverbände wird allgemein für wenig erfolgreich gehalten. Wie Hecker erst kürzlich bekräftigte, "ist es nicht möglich, eine Trichterbrustbildung konservativ zu beeinflussen, geschweige denn eine vorhandene Trichterbrust zurückzubilden" (13).

Dennoch ist der Einfluß von konsequenter krankengymnastischer Arbeit gerade im Kleinkindesalter bei nicht stark ausgebildeter Deformität nicht unnütz. Humphreys berichtete 1974, daß von 168 Trichterbrustfällen ohne chirurgischem Eingriff bei 19 % die Deformität verschwand bzw. sich besserte. Die Besserung trat jedoch nur bei Patienten ein, deren Diagnose vor dem 6. Lebensjahr gestellt

wurde. Bei derselben Spätuntersuchung verbuchte er aber auch 13 % Todesfälle, bei denen die Trichterbrust z. T. mitbeteiligt war (21). In Anbetracht der Spätfolgen sollte daher, wenn die Operationsindikation erfüllt ist, nicht auf eine chirurgische Intervention verzichtet werden.

2. OPERATIONSINDIKATION

Für die Beurteilung der Operationsindikation sind verschiedene Gesichtspunkte maßgebend: Einmal müssen Ausprägungsgrad der Trichterbrust und funktionelle Beschwerden als somatische Faktoren berücksichtigt werden, zum anderen ist die kosmetisch-psychische Beeinträchtigung des Patienten von Bedeutung.

An der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen müssen für die Indikation zur chirurgischen Trichterbrustkorrektur folgende Gegebenheiten erfüllt sein:

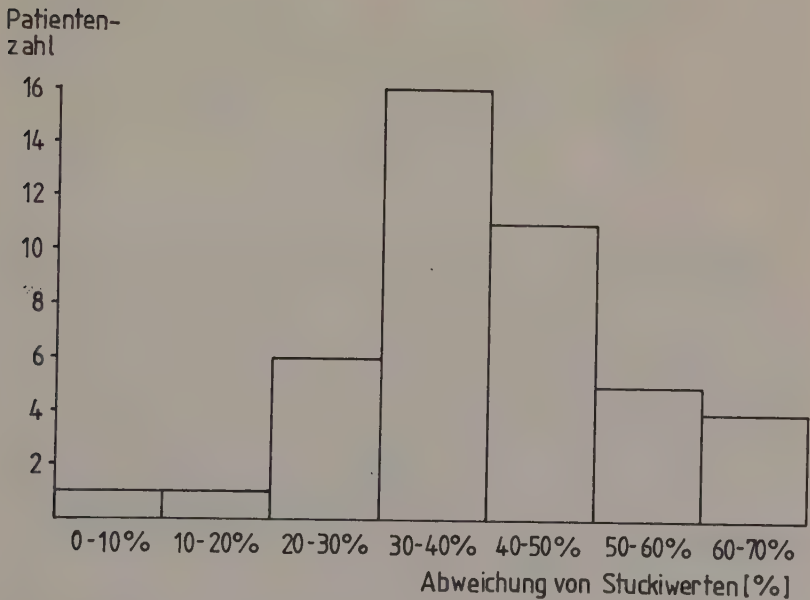
1. Sternocostale Einziehung von mehr als 25 % gegenüber den Normalwerten.
2. Charakteristische Trichterbrustveränderungen im Elektrokardiogramm und Störungen der Lungenfunktion.
3. Psychische Beeinträchtigung durch Entstellung des Thorax (48, 49, 50).

Es wird also das Hauptgewicht auf die Trichtertiefe gelegt, während funktionelle Beschwerden seitens der

Einengung der intrathorakalen Organe noch nicht bestehen müssen, später aber mit Sicherheit zu erwarten sind.

Die gleiche Zielsetzung bei der Erstellung der Operationsindikation haben sich auch Operateure wie v.d. Oelsnitz, Randolph und Ravitch vorgenommen (25, 26, 28, 33).

Prozentuale Abweichung des inneren Thoraxdurchmessers von den Normalwerten Stuckis bei 43 Patienten vor der Operation



Wie die Tabelle zeigt, liegt die überwiegende Mehrheit der inneren sternovertebralen Abstände über 30 % unter den Normalwerten von Stucki. Nach Erlanger Erfahrung sind die Werte Stuckis allgemein etwas zu niedrig (11) und außerdem müssen auch individuelle Unterschiede der einzelnen Patienten berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zu unserer Ansicht legen etliche Autoren das Hauptgewicht auf die kosmetisch-psychische Beeinträchtigung des Trichterbrustpatienten (12, 39, 45, 51). Da die Mißbildung sehr auffällig und störend ist, ergeben sich gerade für die Kinder tatsächlich häufig große psychologische Schwierigkeiten. Diese subjektiven Faktoren dürfen daher bei der Operationsindikation nie außer Acht gelassen werden.

Eine rein kosmetische Indikation wird auf dem Gebiet der plastischen und rekonstruktiven Chirurgie gestellt (1, 22). Voraussetzung für einen Eingriff muß jedoch immer eine funktionelle Beschwerdefreiheit des Patienten sein. Die subkutane Implantation von Silikonmaterial ist äußerst einfach und sicher. Bei ausgeprägter Trichterbrust ist jedoch unbedingt eine Korrektur als kausale Maßnahme durchzuführen.

3. OPERATIONSALTER

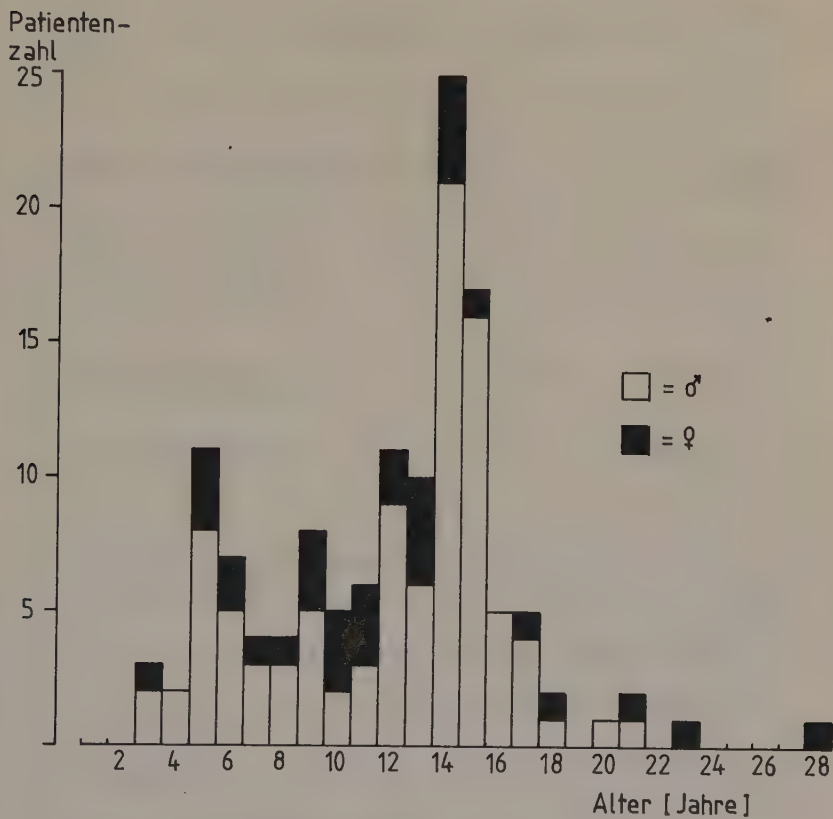
Die Vorstellung der verschiedenen Autoren der Fachliteratur über den richtigen Zeitpunkt der Trichterbrustkorrektur differieren stark. Aufgrund seiner Spätergebnisse hält der Nachfolger Rehbeins G.v.d. Oelsnitz - wie auch sein österreichischer Kollege H. Hartl (52) - den Zeitraum nach dem 12. Lebensjahr für den geeignetsten. V.d. Oelsnitz hatte herausgefunden, daß während der Wachstumsschübe bei einem Eingriff mit wesentlich schlechteren Ergebnissen zu rechnen sei als nach deren Abschluß (25, 26). Seiner Meinung schließen sich alle Operateure an, die derzeit die Methode nach Rehbein praktizieren (7, 8, 36, 37).

Demgegenüber steht die Ansicht von Ravitch, der glaubt, je jünger der Patient sei, desto günstiger seien seine Chancen, ein normales Aussehen zu erhalten (29). Randalph hat von Operationen an unter 3-jährigen Patienten berichtet, die durchwegs einen sehr guten Erfolg im Spätergebnis aufwiesen (28).

Die Mehrzahl der Autoren (Haller, Hecker, Humphreys) bevorzugt jedoch das Alter vor 6 Jahren (9, 12, 13, 21). An unserer Klinik wird ebenfalls der Zeitpunkt vor Eintritt der Kinder in die Schule für der beste gehalten, da der Eingriff einfacher, nicht so ausgedehnt und zeitlich kürzer ist und die sekundären Veränderungen von seiten des Herzens und der Wirbelsäule noch reversibel sind. Außerdem ist im Kleinkindesalter bzw. Vorschulalter die psychische Beeinträchtigung nicht so ausgeprägt wie später (48, 49).

Dennoch kommen Patienten zur Beurteilung und Operation der Trichterbrust auch noch im späteren Alter in die Klinik. Eine Altersaufteilung von 130 Patienten zum Operationszeitpunkt gibt folgende Tabelle wieder:

Operationsalter von 130 Patienten (1966 - 1979)



Das Durchschnittsalter der 119 Trichterbrustpatienten lag bei 11,8 Jahren. Während die 87 männlichen Patienten im Durchschnitt nach 11,7 Jahren operiert wurden, geschah dies bei den 32 weiblichen Patienten erst mit 12,2 Jahren. Der Operationszeitpunkt bei den 11 Kielbrustkorrekturen war im Mittel nach 14,0 Jahren.

Auftreten von Rezidiven bei verschiedenen Altersgruppen

OP-Alter	Anzahl der Pat.	Häufigkeit von Rezid.
1-6 Jahre	23	0 Totalrezidive 4 Teilrezidive 17,4 %
7-13 Jahre	49	2 Totalrezidive 17 Teilrezidive 38,8 %
14-28 Jahre	58	2 Totalrezidive 21 Teilrezidive 39,7 %

Wie wichtig es ist, den Operationszeitpunkt noch im Kindesalter zu wählen, zeigt obige Tabelle. Die Rezidivquoten steigen mit zunehmenden Alter deutlich an. Die Prozentzahlen sind deshalb so hoch, da dieser Tabelle die Ergebnisse jener 130 Patienten zugrunde liegen, die im Zeitraum von 1966 - 1979 bei der Frühuntersuchung durch anatomisch ungünstige Resultate an der vorderen Brustwand aufgefallen sind.

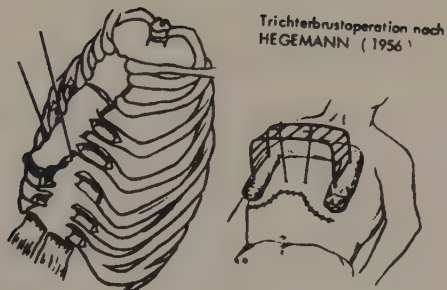
Archivnummern der Total- und Teilrezidive innerhalb
verschiedener Altersgruppen (1966 - 1979)

Alter	1 - 6 Jahre	7 - 13 Jahre	14 - 28 Jahre
Totalre-		154 568	204 275
zidive		228 413	238 851
Teilre-	92 125	139 987	97 095
zidive	108 523	196 048	124 427
	120 410	210 719	138 282
	148 031	224 771	146 170
		230 494	157 738
		231 504	173 804
		238 593	189 615
		244 652	191 711
		248 403	221 709
		248 709	227 428
		250 048	231 646
		258 919	232 063
		260 794	232 363
		262 230	234 898
		271 645	235 396
		272 589	245 093
		284 266	245 716
			249 527
			254 994
			270 009
			283 512

4. OPERATIVE VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG DER TRICHTERBRUST

a) Erlanger Methoden

An der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen- Nürnberg werden Trichterbrust-Korrekturen seit 1956 durchgeführt. Die ersten 10 Jahre wurde die Extensionsmethode nach Hegemann angewandt. Nach ausgiebiger parasternaler Rippenknorpelexcision und einer queren Osteotomie des Sternums in Höhe des 3. Intercostalraumes wurde ein Draht unter dem Brustbein durchgezogen und nach Verschuß der Hautwunde durch ein auf die Haut geklebtes Drahtleiterkörbchen fixiert (11, 23, 43, 48). In der Folgezeit mußten die Patienten mindestens 6 bis 8 Wochen noch in der Klinik bleiben, bis ihnen das Körbchen wieder abgenommen werden konnte. Die durch die Haut tretenden Drähte stellten eine erhebliche Infektionsgefahr dar.



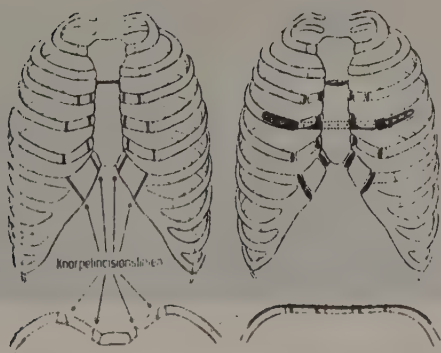
Im Jahre 1964 hat man sich an unserer Klinik dazu entschlossen, auf eine grundlegend andere Operationstechnik für Trichterbrustkorrekturen überzugehen. Seither kommt die "Metallbügelmethode" zur Anwendung: Die Haut wird bei männlichen Patienten durch einen Längsschnitt, bei weiblichen Patienten durch einen bogenförmigen, submammären Schnitt eröffnet. Mit der Diathermie wird Haut, Subkutangewebe und Muskulatur im gesamten Trichterbereich abgelöst. Parasternal und am Kulminationspunkt des Trichters wird das Perichondrium

der deformierten Rippen H-förmig eröffnet und aufgeklappt. Zwischen Rippenhinterseite und Perichondrium wird mit einem flachen, gebogenen Instrument schonend eingegangen und darüber die Rippenknorpel mit dem Messer durchtrennt (doppelsegmentförmige Chondrotomie). Nun erfolgt eine quere Osteotomie des Sternums in Höhe des oberen Trichterrandes. Das Sternum und die im Trichterbereich liegenden Rippen sind vollständig mobilisiert und werden von retrosternal her angehoben. Zwischen innerer und äußerer Corticalislamelle wird durch den distalen Abschnitt des Sternums der Metallbügel getrieben und seitlich der normalen Brustkorbwölbung angepaßt. Nun werden axial alle Rippen wieder reanastomosiert. Die Muskelverhältnisse werden rekonstruiert, eine substernale Saugung und zwei subkutane Drains eingelegt und die Haut sorgfältig vernäht (11, 23, 43, 48, 49, 50).

Mittlerweile unterlassen wir die Osteotomie des Sternums. In der Regel wird auf die Durchbohrung des Sternums mit dem Spieß verzichtet, wobei dieser, über dem Sternum liegend, nur durch Nähte fixiert wird.

Neuerdings werden die beiden Rippenbögen mit Hilfe eines Bandes miteinander verbunden und unter Zug gehalten, so daß eine Auskrepelung der unteren Thoraxapertur oder eine Dellenbildung verhindert wird.

Dieses Verfahren bietet eine optimale Stabilisierung der vorderen Thoraxwand. Nach ungefähr einem Jahr bedarf es der Unterstützung des Bügels nicht mehr, sodaß er in einem kurzen Eingriff entfernt werden kann.



Trichterbrustoperation nach Hegemann (1964)

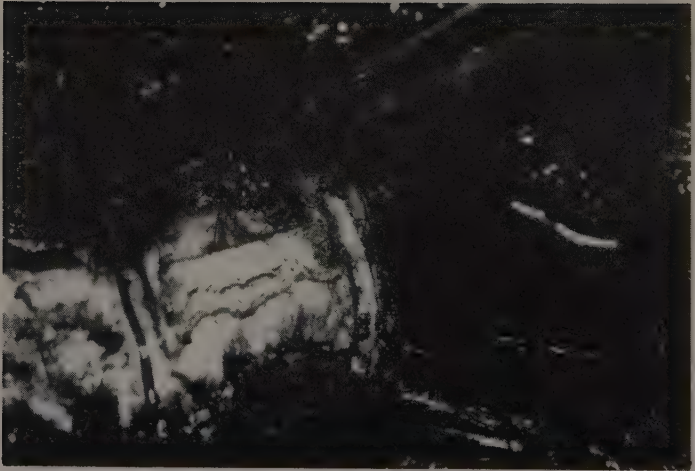


Abb. 1: H-förmige Eröffnung des Perichondriums

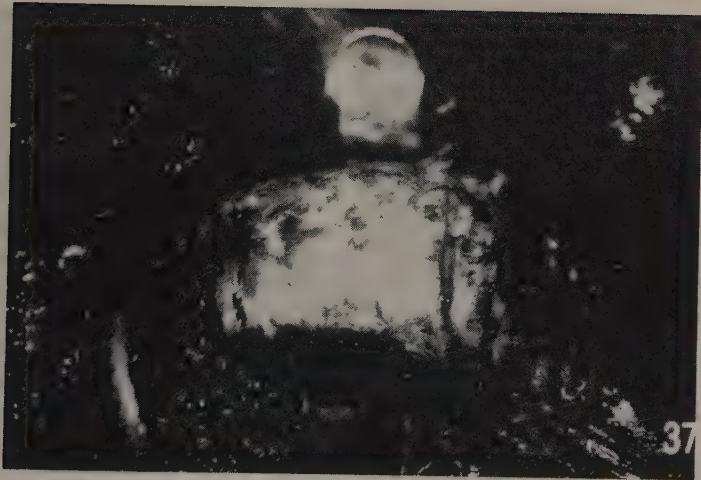


Abb. 2: Eingehen mit flachem, gebogenem Instrument

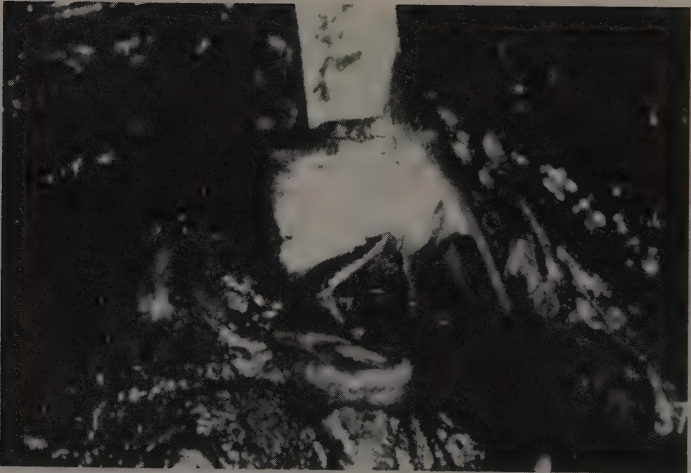


Abb. 3: Durchtrennung des Knorpels mit dem Messer



Abb. 4: Entnahme eines Knorpelkeils

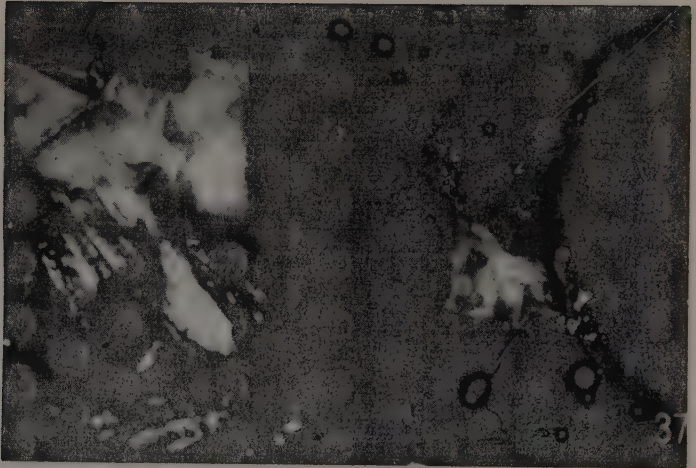


Abb. 5: Art. mammaria interna zwischen den Knorpelenden

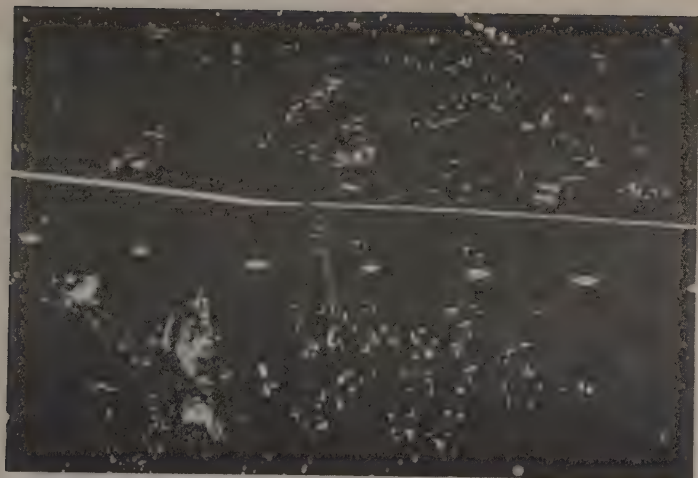


Abb. 6: Fixierung des Metallbügels durch eine Naht

Zum Vergleich beider Operationsverfahren von Erlangen konnten wir die Ergebnisse aller 1052 Patienten heranziehen, die vom 1.1.1956 bis 31.12.1979 an der Universitätsklinik operiert worden waren. Die Zahlen bis 1966 stammen aus der Arbeit von G.U. Rohm (43), denen wir die Ergebnisse eigener Untersuchung hinzugefügt haben:

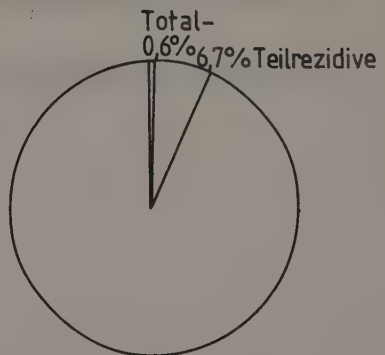
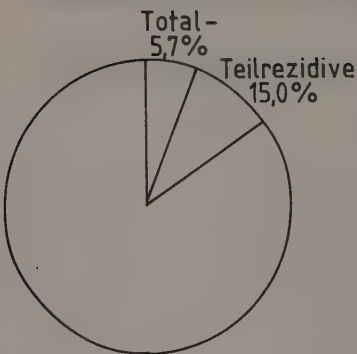
Rezidivhäufigkeit bei verschiedenen Operationsverfahren

Extensionsmethode:	140 Pat.	8 Totalrezidive (5,7 %)
(1956 - 1964)		21 Teilrezidive (15,0 %)

Metallbügelmethode:	912 Pat.	5 Totalrezidive (0,6 %)
(1964 - 1979)		61 Teilrezidive (6,7 %)

Extensionsmethode:

Metallbügelmethode:



Mit Einführung der Metallbügelmethode ist die Rezidivhäufigkeit drastisch zurückgegangen. Dies liegt daran, daß jetzt das Infektionsrisiko nach der Operation wesentlich kleiner ist und der Thorax durch die lange Liegedauer des Spießes sich vollständig knöchern festigen kann.

Ein Totalrezidiv lag unserer Ansicht nach vor, wenn das Sternum wieder in die Ausgangslage zurückgesunken war und die Sternum-Wirbelsäulendistanz annähernd den ehemaligen Wert annahm. Ein Teilrezidiv zeigte ebenfalls ein deutliches Wiedereinsinken der vorderen Thoraxwandung, stellte aber im Vergleich zur ursprünglichen Mißbildung doch eine Verbesserung dar.

b) Methoden anderer Operateure

Obwohl eine große Vielfalt verschiedener Korrekturverfahren der Trichterbrust in der ganzen Welt hervorgebracht worden ist, sind die Grundprinzipien immer dieselben. Der erste Hauptschritt bei der Operation besteht in der vollständigen Mobilisation aller deformierten Rippenknorpelanteile im Trichterareal.

Als Zweites wird versucht, den mobilisierten Brustwandabschnitt in anatomisch gerechter Lage zu stabilisieren. Bei diesem Punkt finden sich die meisten Varianten in der Operationstechnik.

Die wohl zur Zeit wichtigsten Verfahren haben M.M. Ravitch, F. Rehbein und H.-H. Wernicke, M. Bettex sowie W.Ch. Hecker entwickelt:

1) Ravitch M.M., Baltimore (1949)

(29-33)

Operationsalter: frühe Kindheit

Methode: Nach Freilegung des Brustbeines werden alle deformierten Anteile des Rippenknorpels im Trichterbereich subperichondral vollständig reseziert, "subperichondrial excision of all of the deformed cartilages..."(31). Eine quere keilförmige Osteotomie des Sternums wird am Oberrand des Trichters durchgeführt. Das Sternum wird angehoben und in korrekter Lage mit seitlichen Drahtnähten fixiert.

Modifikation (1966): Die Osteotomie wird an der Rückseite des Sternums vorgenommen; eine schräge Durchtrennung des untersten, normal erscheinenden

Knorpel erlaubt, die Osteotomie des Sternums einen ICR höher durchzuführen.

Vorteile: Eine 2. Operation zur Entfernung von Material ist unnötig.

Nachteile: Die Drahtnähte bleiben im Körper zurück, verhindern das physiologische Wachstum des Brustkorbs und sind Ausgangspunkt häufiger Wundinfektionen. Es fehlt hier völlig eine innere Stabilisation. Außerdem erscheint eine Korrektur von asymmetrischen Trichterbrüsten, Trichterbrustrezidiven, Kombinationsformen oder starken Auskrempe-lungen der unteren Thoraxapertur mit diesem Verfahren nur schlecht durchführbar.

2) Rehbein F. und Wernicke H.-H., Bremen (1957)

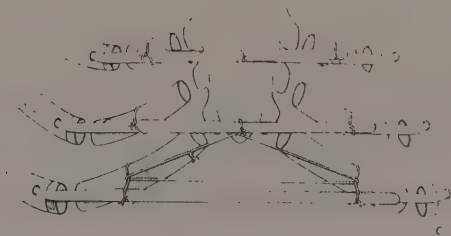
(34, 35)

OP-Alter: 3 - 5 Jahre

Methode: Durch multiple segmentale Knorpelresektionen und durch die quere Keilosteotomie des Sternums in Höhe des 2. ICR wird eine vollständige Mobilisation des Trichtergebietes erreicht. Die Stabilisation der vorderen Brustwand in leichter Überkorrektur erfolgt mit 1 bis 3 Paaren von Rehbeinschienen, die in den Markraum der zugehörigen Rippen getrieben

und durch Drahtnähte an das Sternum fixiert werden.
Vorteile: Die Stabilität der vorderen Thoraxwand ist optimal gesichert.

Nachteile: Eine 2. Operation nach 1/2 bis 3 Jahren ist zur Metallentfernung nötig. Durch die Drahtnähte besteht die Gefahr der Infektion. Die konvexe Spangensbrücke kippt gelegentlich zu einer konkaven Hängebrücke um, was zur Ausbildung eines Rezidives führt (2). Dieses Verfahren bietet nur unzureichende Möglichkeiten für die Durchführung eines Zweiteingriffs und die Korrektur einer Auskrepelung der unteren Thoraxapertur.



Trichterbrustoperation nach Rehbein und Wernicke (1957)

3) Bettex M., Bern (1975)

(2, 3)

OP-Alter: ab 4. Lebensjahr

Methode: Er geht genau nach der Methode Rehbeins vor, nur, daß er zur Sicherung der leicht überkorrigierten, vorderen Thoraxwand eine Spezialplatte verwendet, die das Kippen der Rehbein-Spangen verhindern soll.

Vorteile: sh. Rehbein.

Nachteile: sh. Rehbein, die Spangen werden nach 18 Monaten in einer 2. Sitzung entfernt. Durch dieses Vorgehen wird zuviel Fremdmaterial in den Körper gebracht.

4) Hecker W.Ch., München (1977)

(12, 13)

OP-Alter: 2. bis 6. Lebensjahr

Methode: Er führt eine ausgiebige subperichondriale Resektion der fehlgestalteten Rippenknorpel aus. Danach wird die obere Corticalis des Brustbeins oberhalb des Trichters quer osteotomiert. Das Brustbein wird aufgerichtet und derart mit den Rippenknorpeln verbunden, daß es auf der vorderen

Brustwand und den miteinander adaptierten Rippenbögen reitet (Weiterentwicklung von Ravitch).

Vorteile: Es ist keine Folgeoperation nötig.

Nachteile: Die vordere Thoraxwand wird ungenügend stabilisiert, da keine innere Stabilisation erfolgt. Der Thorax wird insgesamt verkleinert, und es kommt zu einer sternoaxialen Stufenbildung. Das Verfahren ist wenig geeignet für Rezidiveingriffe, die Korrektur von Kielbrust und asymmetrischer Trichterbrust, die Aufrichtung eines Platythorax und die Beseitigung einer Auskrepelung der unteren Thoraxapertur.

In den meisten Kliniken der Erde wurden in den letzten Jahren ähnliche Operationen wie oben beschrieben vorgenommen. J.A. Haller aus Baltimore übernahm völlig die Methode seines Vorgängers Ravitch; er erreicht zusätzlich eine interne Fixation durch Nähte an drei Punkten (Dreifuß!) im oberen Drittel des Sternums (9). Bei asymmetrischen Deformitäten führt er eine schräge Keilosteotomie des Sternums durch (10). Ohne jede Änderung ahmt J.G. Randolph aus Washington die Methode von Ravitch nach (28). W.H. Heydorn aus Denver bedient

sich ebenfalls des Ravitch-Verfahrens, er stabilisiert aber zusätzlich mit einem Metallbügel (14). Genau dieselbe Technik wendet A.P. Naef aus Genf an (24).

G.W. Holcomb aus Nashville durchtrennt das Sternum am oberen Rand des Trichters vollständig und bringt die beiden Sternumteile übereinander, wobei das untere das obere überlappt und mit einer U-Naht fixiert wird. Danach wird eine Rippe bzw. ein Metallstab hinter dem Unterrand des Sternums befestigt (15). Kosmetisch nachteilig wirkt sich die Stufenbildung des Sternums gegenüber den Rippen aus.

Eine ziemlich radikale Methode benützt H.G. Humphreys (New York): nach vollständiger Mobilisierung der Rippenknorpel und des Sternums dringt er sogar in die rechte Pleurahöhle ein, um das Zwerchfell vom vorderen Thorax zu lösen. Nach Anheben des Sternums versucht er, durch optimale Vereinigung aller muskulären Bestandteile des Trichterbereichs eine Zugwirkung und somit Stabilisation des unteren Sternums zu erreichen (20, 21). Das Eindringen in die Pleurahöhle ist unserer Meinung nach völlig unnötig und gefährdet nur den Patienten. Dieses Vorgehen wird bei uns sogar unter die Komplikationen eingereiht. Durch

Muskelplastik allein ist eine Stabilisation nicht möglich.

F. Robicsek aus Charlotte excidiert die deformierten Rippenknorpel in voller Länge, führt eine Osteotomie oberhalb des Trichters durch und trennt den Processus xiphoideus vom Sternum ab. Anschließend wird das Xiphoid durch 2 Drahtschlaufen hinter dem unteren Sternumanteil an der vorderen Thoraxwand aufgehängt (40). Bei schweren Trichterbrustfällen und deren Rezidiven wendet er die Ravitch-Methode an, wobei er nach Anheben des Sternums ein Marlex-Netz an den Rippenenden beidseitig festnäht und das Sternum auf diesem Netz aufliegen läßt.

Der Australier Howard entfernt bei seinen Patienten eine Rippe, die er nach Begradigung als inneren Stabilisator verwendet. Nach vollständiger Rippenresektion und Osteotomie des Sternums läßt er das Brustbein auf dieser Rippe aufliegen (16).

Die meiste Verbreitung in Europa findet das Verfahren nach Rehbein. Ohne die geringste Abänderung wird es von den Deutschen v.d. Oelsnitz und Reismann, wie auch von dem Schweizer Gysler und dem Österreicher Hartl angewandt (8, 25, 26, 36, 37, 52). Modifikationen an den Rehbeinschienen haben Bettex und Schärli erarbei-

tet (2, 44). R. Gross aus Polen benützt ebenfalls die Originalmethode nach Rehbein. Einziger Unterschied: er gebraucht dünnere Spangen, deren mediale Enden er in das Sternum kreuzweise einbohrt (7).

Die Züricher Rickham und Stauffer stabilisieren ähnlich wie an der Erlanger Klinik die mobilisierte Thoraxwand mit einem durch das Sternum getriebenen Metallspieß (39, 45). Auch im Skandinavischen Raum findet die Technik mit dem Metallspieß breite Anwendung.

H. Zippel aus der DDR führt neuerdings eine Modifikation des Vorgehens von Brunner durch. Nach Quer- und/oder Längsosteotomie des Sternums sowie Keilresektionen aus den deformierten Rippenknorpeln stabilisiert er mit restrosternal eingelegten Kirschnerdrähten oder Metallschienen (51). Diese dachfirstartige Aufrichtung programmiert jedoch bereits das Rezidiv.

c) Ergebnisse der einzelnen Methoden

Aus der aktuellen Fachliteratur war es möglich neben den einzelnen Operationstechniken auch deren Später-

gebnisse zusammenstellen. Äußerst aufschlußreich erschien uns ein Vergleich der Resultate jener Autoren, die die meisten Operationen durchgeführt hatten:

Spätergebnisse der wichtigsten Autoren mit größeren Op-Zahlen

1. Methoden ohne zusätzliche Stabilisierung:

Autor	befriedig. Ergebnis	unbefried. Ergebnis	Anzahl der Operationen
Ravitch, Haller (Baltimore, 1978)	82,4 %	17,6 %	108
Hecker (München, 1977)	89,0 %	11,0 %	119
Robicsek (Charlotte, 1974)	86,7 %	13,3 %	458

2. Methoden mit zusätzlicher Stabilisierung:

Autor	befriedig. Ergebnis	unbefried. Ergebnis	Anzahl der Operationen
Howard (Melbourne, 1978)	96,3 %	3,7 %	190
Rehbein, v.d.Oelsnitz (Bremen, 1974)	87,5 %	12,5 %	120
Hegemann, Willital (Erlangen)	93,8 %	7,2 %	912

Die obige Zusammenstellung ist gut zu beurteilen, da bei allen Angaben Spätergebnisse mit einem großen Zeitraum nach der Operation zugrunde liegen. Außerdem sind die Definitionen der Ergebnisse ziemlich einheitlich gewählt. So werden unter einem unbefriedigenden Ergebnis durchwegs Rezidive verstanden, während die befriedigenden Ergebnisse völlige anatomische Rekonstruktionen bis hin zu kosmetischen Mängeln beinhalten. Die Prozentzahlen spiegeln bei allen Methoden insgesamt sehr gute Resultate wider, die Verfahren mit zusätzlicher Stabilisierung (Rippe, Metallbügel etc.) schneiden ein wenig besser ab als die anderen.

Ein Vergleich der Ergebnisse der Autoren, die weniger Erfahrung bei der Korrektur der Trichterbrust haben, ist ungleich schwerer. Bei ihren Angaben handelt es sich oft um Frühergebnisse oder die Klassifizierung des Ergebnisses ist ungenau. Dennoch weichen diese Werte kaum von den Zahlen aus der ersten Tabelle ab.

Spätergebnisse von Autoren mit kleineren Operationszahlen:

Autoren	befriedig. Ergebnis	unbefriedig. Ergebnis	Anzahl der Operationen	Bemerkungen
1) Methoden ohne zusätzliche Stabilisierung:				
Holcomb (Nasville)	94,6 %	5,4 %	37	unter befriedigend versteht der Autor noch leichte Trichterneu- bildung
Randolph (Washington)	100,0 %	0,0 %	50	klassifiziert seine Ergebnisse nur ungenau
Humphreys (New York)	77,3 %	22,7 %	66	leichte kosmetische Mängel zählt er zu unbefriedigend
2) Methoden mit zusätzlicher Stabilisierung:				
Gross (Gdansk)	100,0 %	0,0 %	8	sehr kleines Patientengut, nur Frühergebnisse (Abstand zur Ope- ration höchstens 6 Jahre)
Zippel (Greifswald)	87,5 %	12,5 %	16	leichte Rezidive zählen noch zu den befriedigenden Ergebnissen
Naef (Genf)	95,8 %	4,2 %	24	schlüsselt seine günstigen Er- gebnisse nicht näher auf
Heydorn (Denver)	100,0 %	0,0 %	44	nur Frühergebnisse, gibt keinen Zeitabstand zum Eingriff an
Stauffer (Zürich)	85,1 %	14,9 %	47	leichte Trichter zählen noch zu befriedigend
Reismann (Köln)	100,0 %	0,0 %	87	definiert seine Ergebnisse nicht weiter
Gysler (St. Gallen)	76 - 93 %	7 - 24 %	91	gibt nur genaue Zahlen bei den verschiedenen Altersgruppen an

5. OPERATIVE VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG DER KIELBRUST

a) Erlanger Methode:

Mit der Einführung der Bügelmethode bot sich an der Erlanger Universitätsklinik auch die Möglichkeit, die Kielbrust operativ anzugehen. Seit 1966 wird nun das Metallbügelverfahren auch bei der Behandlung der Kielbrust angewandt. Der Operationsvorgang läuft nach exakt den gleichen Schritten ab wie bei der Korrektur der Trichterbrust: Mobilisation der vorstehenden, vorderen Thoraxwand durch doppeltsegmentförmige Rippenknorpelkeilexcisionen und Stabilisierung des normal konfigurierten Brustkorbs durch den Metallspieß.

b) Methoden anderer Operateure:

Schon 1960 beschreibt M.M. Ravitch eine Erweiterung seiner Trichterbrustoperationstechnik auf die chirurgische Behandlung der Kielbrust. Er führt eine subperichondrale Resektion der deformierten Rippenknorpel in ihrer ganzen Länge aus. Bei Bedarf erfolgt auch eine Osteotomie des Sternums. Die Stabilisation

wird durch raffende Nähte im Perichondrium erreicht (30). Heydorn (Denver, 1977) übernimmt diese Technik ohne Veränderungen (14), während für Pickard (Baltimore, 1979) und Welch (Boston, 1973) mindestens eine Osteotomie obligat ist (14, 27, 47).

F. Robicsek (Charlotte, 1974) variiert mit seiner Technik je nach vorliegendem Kielbrustbefund. Ist das Xiphoid abgewinkelt, trennt er es nach transverser Osteotomie des Sternums vom unteren Sternalrand ab, entfernt 2 bis 4 cm des unteren Brustbeinendes und näht das Xiphoid wieder an. Liegt keine Abwinkelung des Xiphoides vor, wird nach transverser Osteotomie die korrekte Position des Brustbeins durch Vernähung der Mm. pectorales über dem Sternum gesichert. Bei chondromanubrialer Prominenz vernäht er nach zwei Keilosteotomien ein Marlex-Netz substernal an den Rippenenden. Bei seitlich asymmetrischer Kielbrust reseziert er die Rippenknörpel in ihrem gesamten deformierten Verlauf und korrigiert nach Osteotomie die Position des Sternums mit Hilfe einer Ser-Naht (40).

c) Ergebnisse der einzelnen Methoden:

Bei dem Vergleich der Ergebnisse der verschie-

denen Verfahren ergaben sich dieselben Schwierigkeiten wie in den Ausführungen bei der Trichterbrust:

1. oft zu kleine Operationszahlen,
2. unterschiedliche Zeiträume der Nachuntersuchung post operationem und
3. verschiedene Vorstellungen über die Klassifikation der Ergebnisse.

Trotzdem liegen die Werte für ein befriedigendes Spätergebnis bei allen Autoren mit großen Operationszahlen einheitlich bei knapp 90 %.

Vergleich der Ergebnisse bei verschiedenen Kielbrustoperationen

Autor	Operations- zeitraum	befried. Ergebnis	unbefried. Ergebnis	Op-Anzahl
Pickard (Baltimore, 1979)	1965-1978	91,7 %	8,3 %	12
Heydorn (Denver, 1977)	1953-1975	100,0 %	0,0 %	16
Welch (Boston, 1973)	1954-1973	100,0 %	0,0 %	23
Robicsek (Charlotte, 1979)	1957-1978	91,9 %	8,1 %	161
Willital (Erlangen)	1966-1979	90,6 %	9,4 %	64

III. STATISTIK: TRICHTERBRUST -
UND KIELBRUSTOPERATIONEN
DER CHIR. UNIV. - KLINIK ER -
LANGEN - NÜRNBERG VON 1966
BIS 1979

1. PATIENTENMATERIAL UND DEREN FRÜHERGEBNISSE

In der Zeit zwischen 1966 und 1979 wurden an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg 806 Patienten an einer Thoraxdeformität operiert. Sämtliche Archivunterlagen dieser Patienten wurden von uns durchgesehen. Zur Auswertung herangezogen wurden jedoch nur die Krankenblätter, Röntgen-, EKG- und Lungenfunktionsbefunde jener 130 Patienten, die nach der Operation in einer Frühuntersuchung bzw. bei der Spießentfernung einen Befund gezeigt hatten, der der normalen Anatomie des Thorax nicht vollständig entsprach.

Die Angaben über die Frühergebnisse der einzelnen Korrekturoperationen basieren auf Untersuchungen nach durchschnittlich 1,8 Jahren nach dem Eingriff. Als korrektur-

bedürftige Befunde galten Rezidive und starke kosmetische Mängel, wie hypertrophe Narben, große Knorpelhöcker oder deutliche Dellenbildung an der vorderen Thoraxwand. Leichte Dellen und Knorpelhöcker sowie eine geringe Auskrempe- lung der unteren Thoraxapertur stellten keinen Grund für einen erneuten Eingriff dar.

Unter den 806 Patienten, die 1966 bis 1979 operiert wurden, waren 726 Trichterbrustfälle. 5,4 % von ihnen wiesen bei der Frühuntersuchung ein Teil- bzw. Totalrezidiv auf. Insgesamt boten 100 Patienten (13,7 %) einen korrektur- bedürftigen Befund, weitere 16 Patienten (2,2 %) unschöne, nicht korrekturbedürftige kosmetische Mängel.

Frühergebnisse von 726 Trichterbrustpatienten (1966 - 1979)

Auftreten mangelhafter Ergebnisse bei 116 Patienten (15,9 %)

Art des Befundes	Vorkommen bei 726 Patienten	
Totalrezidiv	3 x	(0,4 %)
Teilrezidiv	36 x	(5,0 %)

Bei den 64 Kielbrustpatienten (1966 - 1979) entstand in 6 Fällen (9,4 %) bis zur Frühuntersuchung ein Teil- bzw. Totalrezidiv. Diese 6 und 4 weitere Patienten (insges. 15,6 %) hatten Ergebnisse, die erneut korrigiert werden mußten. Ein Patient (1,6 %) zeigte ein zwar unschönes Resultat, das aber nicht korrekturbedürftig erschien.

Frühergebnisse von 64 Kielbrustpatienten (1966 - 1979)

Auftreten mangelhafter Ergebnisse bei 11 Patienten:

Art des Befundes	Vorkommen bei 64 Patienten
Totalrezidiv	1 x (1,6 %)
Teilrezidiv	5 x (7,8 %)

Von den 16 Patienten nach Korrektur einer Kombinationsform von Trichterbrust und Kielbrust waren unter den Frühresultaten zwei Patienten (12,5 %) mit erneut korrekturbedürftigen Veränderungen zu finden, von denen einer ein Teilrezidiv aufwies (6,3 %). Ein weiterer Patient (6,3 %) wies ein zwar unschönes, aber nicht operationswürdiges Ergebnis auf.

2. OPERATIONSDAUER

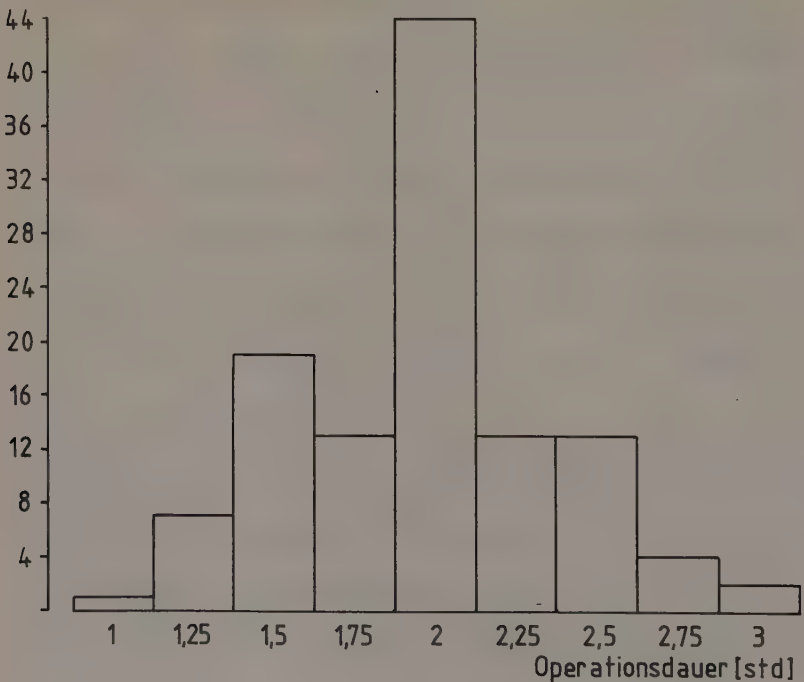
Die Dauer der Operationszeit hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Wohl am einflußreichsten darauf dürfte die Erfahrung und Geschicklichkeit des Operateurs sein. Einen sehr wichtigen Punkt stellt auch das Alter des Patienten dar. Im Gegensatz zum Jugend- und Erwachsenenalter ist der Eingriff bei Patienten in der frühen Kindheit wesentlich kürzer. Ravitch gibt für sein Verfahren bei Kindern durchschnittlich 1 Std. 30 Min. bis 1 Std. 45 Min. und bei Jugendlichen und Erwachsenen mindestens 2 Std. 30 Min. bis 3 Std. als Operationsdauer an (33). Für 116 Trichterbrustoperationen an der Erlanger Klinik wurden durchschnittlich 1 Std. 57 Min. pro Eingriff benötigt. Die einzelnen Zeitangaben bewegen sich zwischen 1 und 3 Stunden, der Großteil der Werte liegt aber bei 2 Stunden.

Die durchschnittliche Operationsdauer für die 11 Kielbrustkorrekturen betrug sogar nur 1 Std. 50 Min.; der Eingriff bei den 3 Patienten mit Kombinationsform von Trichter- und Kielbrust dauerte in der Regel etwas länger, nämlich durchschnittlich 2 Std. 5 Min.

Von den 130 auffälligen Patienten wurden 43 (33,1 %) von Willital selbst in der Zeit von 1973 bis 1979 operiert. Eine Analyse der Operationsdauer ergab für ihn einen durchschnittlichen Wert von 1 Std. 43 Min. Die kürzeste Operation dauerte 1 Std., die längste 2 Std. 15 Min.

Operationsdauer bei 116 Trichterbrustpatienten (1966 - 1979)

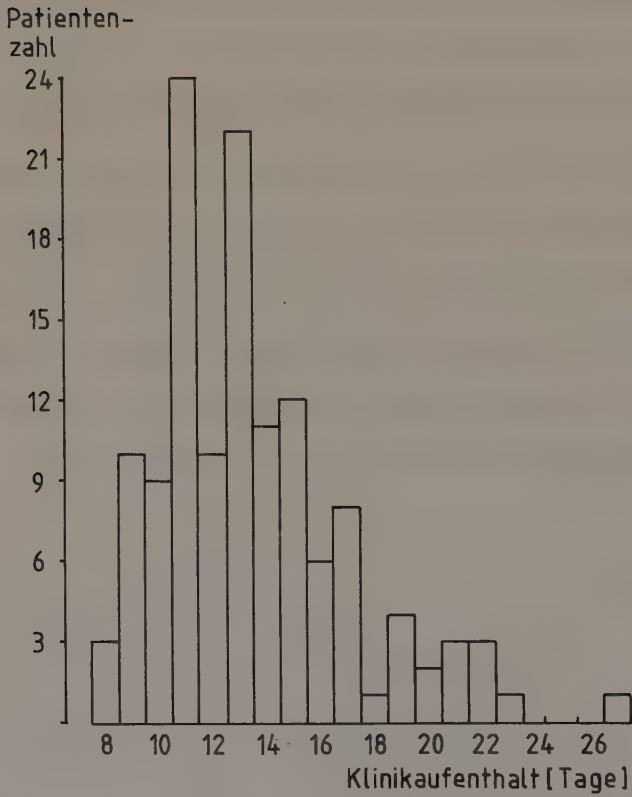
Patienten-
zahl



3. KLINIKAUFENTHALT

Die Einführung der Metallbügelmethode 1964 brachte nicht nur ein besseres Spätergebnis mit sich, sondern führte auch zu einer wesentlichen Verkürzung des Klinikaufenthaltes. Während früher bei der Extensionsmethode die Patienten noch mehrere Monate auf Station verbringen mußten, sind es jetzt nur noch Wochen. Die stationäre Verweildauer von 130 Patienten (1966 - 1979) lag zwischen 8 und 27 Tagen. Der durchschnittliche Klinikaufenthalt der 116 Trichterbrustpatienten lag bei 13,4 Tagen. Die 11 Kielbrustpatienten waren im Mittel 13,7 Tage in der Klinik, während die 3 Patienten mit Kombinationsform sogar durchschnittlich 16,3 Tage blieben.

Dauer des Klinikaufenthaltes bei 130 Patienten (1966 - 1979)



4. POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN

Hier muß man zwischen Störungen während des Klinikaufenthaltes und Spätkomplikationen außerhalb des Krankenhauses unterscheiden.

Obwohl sich seit der Umstellung von der Extensions- auf die Metallbügelmethode das Vorkommen von postoperativen Wundheilungsstörungen auf weniger als ein Viertel verkleinert hat, ist diese Komplikation noch immer die häufigste. Eine genaue Aufstellung der postoperativen Komplikationen bei 130 Patienten (1966 - 1979) zeigt untere Tabelle. Insgesamt zeigten 10 Patienten (7,7 %) Komplikationen noch innerhalb der Klinik. Ihr Klinikaufenthalt wurde dadurch um ca. 2 Tage auf durchschnittlich 15,4 Tage verlängert. Das Ergebnis bei der Frühuntersuchung fiel bei ihnen jedoch nicht schlechter aus als bei den übrigen 120 Patienten ohne postoperative Störungen.

Postoperative Komplikationen während des Klinikaufenthaltes

Häufigkeit und Art der Komplikation	Dauer des Klinikauf- enthaltes	Ergebnis bei der Frühuntersuchung
--	--------------------------------------	--------------------------------------

a) Allgemeine postoperative Störungen

1 x Infektion der oberen Luftwege	13 Tage	großer Knorpelhöcker
1 x Anämie	12 Tage	großer Knorpelhöcker
1 x toxische Leber- schädigung	13 Tage	großer Knorpelhöcker
1 x Bronchopneumo- nie links	14 Tage	Teilrezidiv

b) Spezifische postoperative Störungen

2 x Wundheilungs- störungen	27 Tage	kleiner Knorpelhöcker u. hypertrophe Narbe
	15 Tage	leichte Dellenbildung
1 x Pleuraerguß	13 Tage	kleiner Knorpelhöcker
1 x Pneumothorax	11 Tage	hypertrophe Narbe
1 x Schmerzen durch Hervorstehen des Spießes links	22 Tage	hypertrophe Narbe
1 x Nahtdehizens	14 Tage	Teilrezidiv

Komplikationen nach dem Eingriff außerhalb der Klinik traten in nur 7 Fällen auf (5,4 %). Sehr oft (6 x) geben hier Veränderungen des Gewebes durch das Spießende zu Beschwerden Anlaß. Aus der folgenden Tabelle wird deutlich, welcher schlechte Einfluß diese Prozesse im Bereich des Spießendes auf das Frühergebnis ausüben:

Postoperative Komplikationen außerhalb der Klinik

Häufigkeit und Art der Komplikation	Ergebnis bei der Frühuntersuchung
4 x Perforation des Spießes durch die Haut	1 x hypertrophe Narbe 1 x großer Knorpelhöcker 1 x Teilrezidiv 1 x Totalrezidiv
2 x Wundinfektion über dem Spießende	1 x hypertrophe Narbe 1 x Totalrezidiv
1 x Blutergußbildung in der Wunde	großer Knorpelhöcker

5. PRÄ- UND POSTOPERATIVE KRANKENGYMNASTISCHE BEHANDLUNG

Damit das ursprüngliche Operationsergebnis lange bestehen bleiben kann, werden die Patienten, die an unserer Klinik operiert werden, dazu angehalten, möglichst täglich unter Anleitung einer Krankengymnastin gymnastische Übungen durchzuführen.

Das Behandlungsprogramm setzt schon 3 Monate vor der Operation ein, wo folgende Übungen durchzuführen sind:

- 1) Übungen zur Änderung der Atemtechnik.

Die vorherrschende Bauchatmung soll langsam auf die thorakale Atmung umgestellt werden.

- 2) Übungen zum Abhusten von Schleim aus den Atemwegen.

- 3) Kräftigungsübungen der Schulter-, Brust- und Bauchmuskulatur: Leistungsschwimmen, Liegestützen, Expanderübungen und Bodenübungen zum Bauchmuskeltraining.

Gleich nach der Operation wird in den ersten Wochen mit krankengymnastischer Behandlung fortgefahren. In der Regel bekommen nun die Patienten für die Dauer von einem Jahr zur Verbesserung der Haltung einen Rucksackverband. Zur Vermeidung einer erneuten Deformierung der unteren Rippen wird den Patienten angeraten, möglichst wenig zu sitzen, dafür häufig zu stehen oder zu liegen.

Nach 6 Wochen wird den Patienten für die Dauer eines Jahres empfohlen, folgende Übungen selbständig oder zusammen mit einer Krankengymnastin intensiv zu betreiben:

- 1) Leistungsschwimmen 1 bis 2mal wöchentlich.
- 2) Tägliche Expanderübungen (morgens und abends je 15 Minuten).
- 3) Tägliche Liegestützen (Steigerung bis auf 50 pro Tag).
- 4) Bodenübungen zur Verstärkung der Bauchmuskulatur (Heben der Beine aus der Bauchlage).

Den Kindern wird die Teilnahme am Schulsport und allgemeine sportliche Tätigkeit besonders ans Herz gelegt. W.Ch. Hecker legt besonderen Wert auf ein ausgiebiges Schwimmtraining, das wenn möglich wettkampfmäßig betrieben werden sollte (12). Insgesamt muß mit Nachdruck gesagt werden, daß intensives Betreiben dieser Übungen und große sportliche Aktivität einen äußerst großen Einfluß auf das Erhaltenbleiben primär guter kosmetischer Ergebnisse hat.

6. ERNEUTE KORREKTUROPERATIONEN

Von den 806 Patienten, die 1966 bis 1979 an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg an einer Thoraxdeformität operiert worden waren, mußten sich später 104 Patienten (12,9 %) erneut einer operativen Korrektur unterziehen. Diese Eingriffe dienten zur Behebung von Total- bzw. Teilrezidiven, zur Entfernung von Knorpelhöckern und hypertrophen Narbenbildungen und zum Ausgleich von entstandenen Dellen. Die mangelhaften Ergebnisse wurden in 75 der 104 Fälle (72,1 %) bereits nach 1 Jahr erkannt und konnten im Zuge der Spießentfernung behoben werden. Der durchschnittliche Zeitabstand zwischen Erstkorrektur und erneuter Operation betrug 1,8 Jahre.

Zeitabstand der erneuten Korrektur zur ersten Operation

<u>Zeitabstand</u>	<u>Anzahl der Fälle</u>
1 Jahr	75 (72,1 %)
2 Jahre	11 (10,6 %)
3 Jahre	3 (2,9 %)
4 Jahre	5 (4,8 %)
5 Jahre	1 (1,0 %)
6 Jahre	5 (4,8 %)
7 Jahre	4 (3,8 %)

Bei 806 Operationen wiesen insgesamt 4 Patienten ein Totalrezidiv auf (0,5 %). Die Rezidivoperation erfolgte bei allen 4 Patienten im Durchschnitt nach 2,5 Jahren.

Zeitabstand der Korrektur von Totalrezidiven zur ersten Operation

4 Totalrezidive (0,5 %)

<u>Zeitabstand</u>	<u>Anzahl der Fälle</u>
1 Jahr	1 (25 %)
2 Jahre	1 (25 %)
3 Jahre	1 (25 %)
4 Jahre	1 (25 %)

Bei der Frühuntersuchung zeigten sich 42 Teilrezidive (5,2 %). Nur 33 Patienten von ihnen ließen sich durchschnittlich 2,8 Jahre nach dem Ersteingriff erneut daran operieren. Die Verteilung zeigt, daß Teilrezidive meistens schon in den ersten beiden Jahren aufgetreten sind, jedoch viele sich auch erst nach mehreren Jahren manifestiert haben.

Zeitabstand der Korrektur von Teilrezidiven zur ersten Operation

33 operierte Teilrezidive (4,1 %)

Zeitabstand	Anzahl der Fälle
1 Jahr	12 (36,4 %)
2 Jahre	8 (24,2 %)
3 Jahre	3 (9,1 %)
4 Jahre	3 (9,1 %)
6 Jahre	4 (12,1 %)
7 Jahre	3 (9,1 %)

Als Gründe für das Wiedereinsinken des unteren Sternumanteiles gibt G.H. Willital 3 Punkte an (50):

- 1) Inadäquate Mobilisation des Trichterareals
- 2) Instabile Fixation der mobilisierten Brustkorbwand (Bügel, Rippenanastomosen).
- 3) Keine exakte Beseitigung der Auskrempelung der unteren Thoraxapertur

In der Zeit zwischen 1966 und 1979 kamen außerdem 11 weitere Rezidivpatienten in unsere Klinik zur erneuten Korrektur, da sie zuvor auswärts mit sehr schlechtem Ergebnis operiert worden waren.

Archivnummern von 11 auswärts operierten Rezidivpatienten

	<u>Archivnummer</u>
Totalrezidive	8 171
	82 293
	87 036
	151 023
	236 280
Teilrezidive	92 293
	111 511
	139 654
	259 922
	279 467
	288 210

Eine hypertrophe Narbenbildung zeigten 47 Patienten (5,8 %). Bei 40 von ihnen (85,1 %) bestand sie schon nach 1 Jahr, sodaß sie gleichzeitig mit dem Spieß entfernt werden konnte. Die Narben wurden in allen Fällen durchschnittlich nach 1,4 Jahren excidiert.

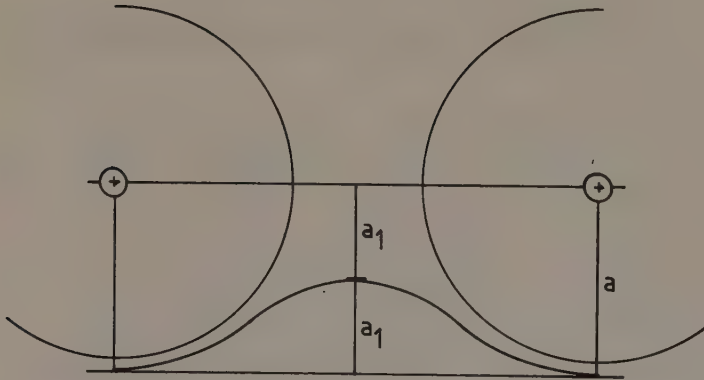
Zeitabstand der Narbenexcisionen zur ersten Operation

47 hypertrophe Narben (5,8 %)

<u>Zeitabstand</u>	<u>Anzahl der Fälle</u>
1 Jahr	40 (85,1 %)
2 Jahre	3 (6,4 %)
4 Jahre	2 (4,3 %)
5 Jahre	1 (2,1 %)
6 Jahre	1 (2,1 %)

Da für die Vermeidung solcher Narbenmißbildungen eine exakte Schnittführung maßgebend ist, hat Willital die submammäre Schnittführung bei Frauen genauer definiert:

Submammäre Schnittführung nach Willital



Die von Hümmer entworfenen Schnittkurven (17, 18) sind zeitlich aufwendiger und decken sich mit der oben angegebenen Schnittführungslinie.

Bei insgesamt 40 Patienten (5,0 %) wurden nach der Operation große Knorpelhöcker an der vorderen Brustwand festgestellt und nach durchschnittlich 1,7 Jahren abgetragen. Wieder waren die Exostosen bei 31 Patienten (77,5 %) schon nach 1 Jahr auffällig.

Zeitabstand von der Abtragung von Knorpelhöckern zur ersten Operation

40 große Knorpelhöcker (5,0 %)

<u>Zeitabstand</u>	<u>Anzahl der Fälle</u>
1 Jahr	31 (77,5 %)
2 Jahre	3 (7,5 %)
3 Jahre	2 (5,0 %)
4 Jahre	1 (2,5 %)
6 Jahre	1 (2,5 %)
7 Jahre	2 (5,0 %)

Nach dem Ersteingriff traten bei 9 Patienten (1,1 %) später korrekturbedürftige Dellen auf. Als Ursache für solche Eindellungen kommen folgende Faktoren in Frage: Muskelschwund, Ödemrückgang, Hämatomresorption, zu kurze Segmentresektion und das Bestehenbleiben von zu langen Rippenstücken. V.d.Oelsnitz gibt für seine Technik unter anderem zu großzügige Knorpelresektionen als Grund an (25).

Der Dellenausgleich, der in der Regel durch die Implantation von lyophilisiertem Duramaterial erfolgte, wurde im Mittel nach 2,3 Jahren ausgeführt. Wie die Verteilung zeigt, bilden sich tiefe Dellen erst im Laufe der Zeit.

Zeitabstand von Dellenausgleich zur ersten Operation

9 auffällige Dellenbildungen (1,1 %)

Zeitabstand	Anzahl der Fälle
1 Jahr	3 (33,3 %)
2 Jahre	3 (33,3 %)
3 Jahre	2 (22,2 %)
6 Jahre	1 (11,1 %)

Obige Ausführungen haben gezeigt, daß die Bildung von hypertrophen Narben und Entstehung von korrekturbedürftigen Knorpelhöckern in der Regel innerhalb des ersten Jahres geschehen. Der Großteil der Total- und Teilrezidive ist meist ebenfalls schon nach einem Jahr auffällig; doch vergeht bis zur Entstehung eines Befundes, der den Patienten dazu zwingt, einen erneuten Eingriff über sich ergehen zu lassen, normalerweise mehr Zeit. Ebenso ist es bei der Bildung von Dellen an der Brustwand, wo längere Zeit verstreicht, bis ein Eingriff indiziert erscheint.

In 11 Fällen dieser 104 erneuten Korrekturen kam es zu postoperativen Komplikationen (10,6 %).

11 postoperative Komplikationen nach erneutem Eingriff
bei 104 Patienten (1966 - 1979)

Häufigkeit und Art der Komplikation	vorausgehende Korrek- turmaßnahmen
3 x Hämatombildung	1 x Narbenexcision und Dellenausgleich 1 x Knorpelhöckerabtragung 1 x Dellenausgleich
1 x Hämatombildung bei Faktor XIII-Mangel	Teilrezidivoperation, Narbenexcision u. Knor- pelhöckerabtragung
1 x Hämatothorax	Teilrezidivoperation
1 x floride Rippenosteo- myelitis mit Hämato- thorax (2malige Sequeste- rotomie im folg.Jahr)	Teilrezidivoperation
1 x Pneumothorax rechts mit entzündl. Infiltraten parasternal	Teilrezidivoperation
1 x Serom im Bereich der implantierten Dura	Dellenausgleich
1 x Spießperforation links	Teilrezidivoperation und Narbenexcision
1 x obere Luftwegsinfektion	Narbenexcision
1 x flüchtige Hämaturie	Teilrezidivoperation

Insgesamt 7 von den 806 Patienten, die 1966 - 1979 operiert wurden, mußten sich mehr als einer erneuten Korrekturoperation unterziehen (0,9 %). Es ließ sich feststellen, daß diese Patienten im Vergleich zum restlichen Patientengut eine wesentlich schlechtere Ausgangslage vor der Erstoperation hatten. So war ihr sternovertebraler Abstand im Durchschnitt geringer: allein 3 der Patienten wiesen eine Verkürzung des inneren sagittalen Durchmessers um mehr als 40 % zu den Normalwerten nach Stucki auf. Sie waren auch wesentlich häufiger mit Wirbelsäulen- und Haltungsschäden behaftet: 4 von ihnen hatten auffällige Skoliosen der Wirbelsäule. Den Verlauf ihrer Korrekturen zeigt folgende Tabelle:

Patienten mit mehr als einer erneuten Korrekturoperation

Archiv-Nr.	1. Korrekturmaß- nahme	postoperative Komplikation	2. Korrekturmaß- nahme	postoperative Komplikation	3. Korrektur- maßnahme
217 965	Narbenexcision	-	Narbenexcision	-	-
221 353	Narbenexcision	-	Dellenausgleich	Hämatombildung	-
235 396	Knorpelhöcker- abtragung	-	Teilrezidiv- operation	-	-
224 771	Narbenexcision	-	Narbenexcision Dellenausgleich Teilrezidivope- ration	-	-
230 494	Teilrezidiv- operation	Pneumothorax u. entzündl. In- filtrat	Knorpelhöcker- abtragung	-	-
221 709	Knorpelhöcker- abtragung	-	Teilrezidiv- operation	-	Narbenexcision
184 266	Knorpelhöcker- abtragung	-	Teilrezidiv- operation	-	Knorpelhöcker- abtragung

7. PRÄ- UND POSTOPERATIVES EKG

Die Beeinträchtigung der Herzlage und -funktion durch die Einwölbung der Brustvorderwand bei der Trichterbrust muß sich in jedem Fall bei der Auswertung des Elektrokardiogramms zeigen. Leutschaft hat für die Trichterbrust folgende charakteristischen EKG-Veränderungen beschrieben:

- 1) Besonderheiten bezüglich des Lagetyps, vor allem Rechtsablenkung oder Überdrehter Linkstyp.
- 2) P-dextrocardiale in Form einer spitzen, einzipfeligen P-Zacke.
- 3) Negative T-Wellen in den Brustwandableitungen, die vor allem durch die veränderte Herzlage und -rotation bedingt sind.
- 4) Rechtsverspätung, die sowohl von der Rechtsbelastung als auch vom sehr oft vorliegenden asthenischen Habitus des Trichterbrustpatienten herrührt.
- 5) Rhythmusstörungen im Sinne einer Sinustachykardie, Sinusbradykardie, AV-Block 1. Grades, Sinusextrasystolie der Kammerextrasystolie. Charakteristisch ist der sogenannte diastolische Dip, analog der Pericarditis constrictiva.

Zur Beurteilung der Elektrokardiogramme wird in Er-
langen folgendes Bewertungsschema herangezogen (11, 23, 43):

Normalbefund: Altersentsprechendes EKG, Normaltyp der
elektrischen Herzachse.

Grenzbefund: Elektrische Herzachse vom Mittel- bis
Steiltyp, kein P-dextrokardiale, nega-
tive T-Wellen in den Brustwandableitungen
 $V_1 - V_2$, angedeutete Rechtsverspätung,
keine Rhythmusstörungen.

Anormal: Elektrische Herzachse vom Steil- bis
Rechtstyp, negative T-Wellen in den
Brustwandableitungen vor allem in
 $V_2 - V_3$, Rechtsverspätung, keine
Rhythmusstörungen.

Pathologisch: Elektrische Herzachse vom Rechtstyp oder
überdrehten Linkstyp, P-dextrokardiale,
negative T-Wellen vor allem in den Brust-
wandableitungen $V_4 - V_5$, inkompletter
Rechtsschenkelblock, Rhythmusstörungen
im Sinne einer Sinustachykardie, Sinus-
bradykardie, AV-Block 1. Grades, Sinus-
extrasystolie oder einer Kammerextra-
systolie.

Aus den Unterlagen der 130 frühuntersuchten Patienten konnte von 119 Patienten das präoperative und von 89 das bei der Spießentfernung durchschnittlich 1 Jahr später angefertigte postoperative Elektrokardiogramm ausgewertet werden:

Präoperatives EKG von 119 Patienten (1966 - 1979)

Befund	Anzahl der Patienten	Durchschnitts- alter in Jahren
Normalbefund	64 (53,8 %)	12,5
Grenzbefund	19 (16,0 %)	12,6
anormales EKG	15 (12,6 %)	10,5
pathologisches EKG	21 (17,6 %)	10,4

Postoperatives EKG von 89 Patienten (1966 - 1979)

Befund	Anzahl der Patienten	Durchschnitts- alter in Jahren
Normalbefund	64 (72,0 %)	11,5
Grenzbefund	10 (11,2 %)	12,0
anormales EKG	13 (14,6 %)	11,3
pathologisches EKG	2 (2,2 %)	13,0

Bei 89 Patienten gelang es uns, ein EKG vor und nach der Operation auszuwerten und zu vergleichen. Die 45 Patienten, die vor der Operation einen normalen Befund gezeigt hatten, behielten diesen in der Hauptsache. Hier wurde zum richtigen Zeitpunkt der operative Eingriff durchgeführt. In 6 Fällen verschlechterte sich jedoch der Befund, in einem Fall lag postoperativ sogar ein pathologisches EKG vor. Hier handelt es sich um eine von der Trichterbrust unabhängige Verschlechterung; also um ein Leiden sui generis, das auch ohne Operation bei sonst gesunden Kindern entstanden wäre. Bei den 12 Patienten mit präoperativem Grenzbefund normalisierte sich das EKG in 7 Fällen, eine Verschlechterung trat in 2 Fällen ein (anormaler Befund). Die 15 Patienten, die präoperativ ein anormales EKG hatten, erfuhren in zwei Drittel der Fälle eine Verbesserung: 1 Patient wies postoperativ einen Grenzbefund auf, bei sogar 9 Patienten normalisierte sich das EKG. Bei den 17 Patienten mit pathologischem Befund trat mit Ausnahme eines Patienten eine Verbesserung ein, bei sogar 9 Patienten erfolgte eine Normalisierung des EKG's. Eine genaue Beschreibung der Änderung des postoperativen EKG's im Vergleich zum Ausgangsbefund gibt folgende Aufstellung wieder.

Änderung des präoperativen EKG's nach der Operation
bei 89 Patienten:

	präoperativ	postoperativ
Normales EKG	45	39
Grenzbefund:		3
Anormales EKG		2
Pathologisches EKG		1
Normales EKG		7
Grenzbefund	12	3
Anormales EKG		2
Pathologisches EKG		0
Normales EKG		9
Grenzbefund		1
Anormales EKG	15	5
Pathologisches EKG		0
Normales EKG		9
Grenzbefund		3
Anormales EKG		4
Pathologisches EKG	17	1

8. PRÄ- UND POSTOPERATIVE LUNGENFUNKTION

Als häufigste Antwort auf die Frage nach präoperativen Beschwerden wurde in unserem Patientengut die Angabe "Atemnot bei Belastung" genannt. Inwieweit die Trichterbrust Einfluß auf die Leistungsminderung der Lunge nimmt, läßt sich nur über die Untersuchung der Lungenfunktion klären. Hierbei werden die wichtigsten spirometrischen Werte gemessen und zur Beurteilung herangezogen. Bei Kindern bis zu 6 Jahren ergeben sich in der Regel nur ungenaue Werte, weshalb man bei ihnen von dieser Untersuchung absieht. Zur Beurteilung der Lungenfunktionswerte wird das Ausmaß der Volumeneinschränkung in Prozent des größten-, alters- und gewichtsabhängigen Sollwerts nach folgender Einteilung bewertet:

<u>überdurchschnittlich gute Lungenfunktion:</u>	keinerlei Einschränkungen, Überschreiten des Sollwertes um mehr als 5 %
<u>normale Lungenfunktion:</u>	Sollwertabweichung von $\pm$ 5 %
<u>leicht eingeschränkte Lungenfunktion:</u>	Einschränkung von 5 - 15 % des Sollwertes
<u>erheblich eingeschränkte Lungenfunktion:</u>	Volumeneinschränkung um mehr als 15 % des Sollwertes

Die Lungenfunktion wurde bei unseren 130 Patienten bei 84 Patienten präoperativ und bei 51 Patienten auch postoperativ geprüft:

Präoperative Lungenfunktionen von 84 Pat. (1966 - 1979):

Befund	Anzahl der Patienten
überdurchschnittlich gut	5 (6,0 %)
normal	47 (56,0 %)
leicht eingeschränkt	29 (34,5 %)
erheblich eingeschränkt	3 (3,5 %)

Postoperative Lungenfunktionen von 51 Pat. (1966 - 1979):

Befund	Anzahl der Patienten
überdurchschnittlich gut	2 (3,9 %)
normal	32 (62,7 %)
leicht eingeschränkt	16 (31,4 %)
erheblich eingeschränkt	1 (2,0 %)

Wenn auch nicht deutlich, so tritt dennoch eine Besserung der Lungenfunktion nach der Operation ein: der Patientenanteil mit präoperativ überdurchschnittlichen und normalen Ergebnissen (62,0 %) erhöht sich postoperativ auf 66,6 %, während der Patientenanteil mit präoperativ eingeschränkter Lungenfunktion (38,0 %) auf 33,4 % sinkt.

Lungenfunktionsuntersuchungen bei Trichterbrustpatienten und ihre Beurteilung nach oben genanntem Schema sind deshalb problematisch, da eine Einschränkung der Lungenfunktion in erster Linie bei Strukturveränderungen der Lunge (z.B. Bronchiektasen) oder Funktionsstörungen der Lunge (z.B. Asthma) auftreten. Mechanische Verdrängung sonst normaler Lungenanteile führen erst dann zu Lungenfunktionsstörungen, wenn

- a) die Kompression im Kindesalter extrem tief ist,
- b) die Patienten älter sind und sekundäre Veränderungen am Lungenparenchym (z.B. Lungenemphysem) entstanden sind.

Wenn keine besonders krankhaften Lungenfunktionsstörungen bei Kindern mit einer Trichterbrust vorliegen, so ist dies kein Beweis dafür, daß die Operation nicht nötig ist.

IV. NACHUNTERSUCHUNG

1. PATIENTENMATERIAL

Von den 806 Patienten, die 1966 bis 1979 an der Erlanger Universitätsklinik operiert worden waren, fielen uns 130 Patienten besonders auf. Nachdem wir die Unterlagen dieser 130 Patienten statistisch ausgewertet hatten, bestellten wir alle zu einer Nachuntersuchung ein, um das Spätergebnis zu erfahren. Von diesen 130 Patienten erschienen 104 Patienten zur Spätuntersuchung an unserer Klinik (80 %). Die Gründe für das Fernbleiben der restlichen 26 Patienten sind folgende:

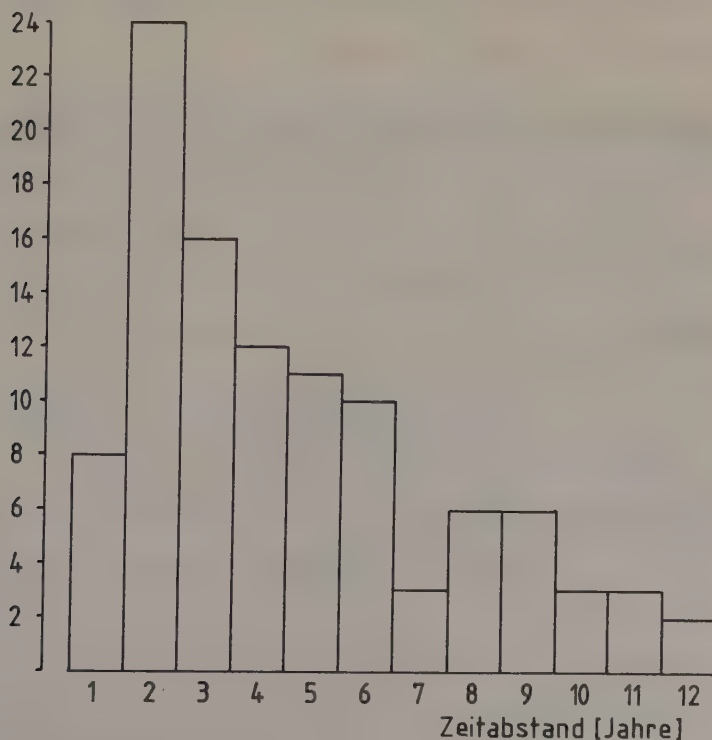
Begründungen für die Abwesenheit bei der Spätuntersuchung von 26 Patienten:

Patienten- anzahl	Begründung
6	sind vor kurzem erst in Erlangen untersucht worden
6	sind momentan unabhkömmlich, lassen sich später untersuchen
3	lassen sich wegen der weiten Anreise auswärts untersuchen
1	verstarb bei Motorradunfall
1	sei zur Zeit krank
4	sind telefonisch unerreichbar, geben auf Briefe keine Antwort
4	verweigern telef. ohne Angabe von Gründen
1	ist wegen falscher Adressenangabe unerreichbar

Die Operationen der 104 Patienten, die zu uns in die Klinik kamen, lagen zwischen 1 und 12 Jahre zurück. Die durchschnittliche Zeitdifferenz zwischen Erstein-
griff und Nachuntersuchung betrug 4,6 Jahre, so daß die Resultate der Untersuchung mit Recht als Später-
gebnisse zu betrachten sind.

Zeitabstand der Spätuntersuchung zur 1. Operation
von 104 Patienten (1966 - 1979):

Patienten-
zahl



2. ERGEBNISSE

a) Kosmetisches Ergebnis

Bei der Nachuntersuchung wurden alle 104 Patienten hinsichtlich ihres anatomischen und kosmetischen Ergebnisses betrachtet. Wir achteten besonders auf das Vorliegen von Total- und Teilrezidiven, hypertrophen Narben, Knorpelhöckern, Dellen und Auskrepelungen der unteren Thoraxapertur. Eine genaue Aufstellung der Spätergebnisse bei den verschiedenen Deformitätsformen zeigen folgende Tabellen:

Spätergebnisse von 93 Trichterbrustpatienten (1966-1979):

Auftreten mangelhafter Ergebnisse bei 89 Pat. (95,7 %)

	Art des Befundes	Häufigkeit bei 93 Patienten
korrektur- bedürftig	Totalrezidiv	2 x (2,2 %)
	Teilrezidiv	15 x (16,1 %)
	hypertrophe Narbe	26 x (28,0 %)
	großer Knorpelhöcker	17 x (18,3 %)
	starke Dellenbildung	10 x (10,8 %)
nicht korrektur- bedürftig	kleiner Knorpelhöcker	27 x (29,0 %)
	Auskrepelung der unteren Thoraxapertur	58 x (62,4 %)
	leichte Dellenbildung	47 x (50,5 %)

Spätergebnisse von 9 Kielbrustpatienten:

Auftreten mangelhafter Ergebnisse bei allen 9 Pat. (100 %)

	Art des Befundes	Häufigkeit bei 9 Patienten
korrektur- bedürftig	Totalrezidiv	0 x
	Teilrezidiv	2 x (22,2 %)
	hypertrophe Narbe	1 x (11,1 %)
	großer Knorpelhöcker	5 x (55,6 %)
	starke Dellenbildung	1 x (11,1 %)

nicht korrek- turbedürftig	kleiner Knorpelhöcker	2 x (22,2 %)
	Auskrepelung der unteren Thoraxapertur	7 x (77,8 %)
	leichte Dellenbildung	4 x (44,4 %)

Spätergebnisse von 2 Patienten mit Kombinationsform:

Auftreten mangelhafter Ergebnisse bei beiden Pat. (100%)

	Art des Befundes	Häufigkeit bei 2 Patienten
korrektur- bedürftig	großer Knorpelhöcker	1 x (50 %)

nicht korrek- turbedürftig	kleiner Knorpelhöcker	1 x (50 %)
	Auskrepelung der unteren Thoraxapertur	2 x (100 %)
	leichte Dellenbildung	2 x (100 %)

Wie außergewöhnlich wichtig und verantwortungsvoll der Ersteingriff bei der operativen Korrektur der Trichterbrust ist, zeigt die Tatsache, daß die Rezidivquote nach erneuter Korrektur mit 18,3 % sehr hoch liegt.

Für die Ausbildung eines Total- bzw. Teilrezidivs halten wir folgende Kriterien für verantwortlich:

- 1) inadäquate Mobilisation des Trichterareals
- 2) instabile Fixation der mobilisierten Brustkorbwand (Bügel, Rippenanastomosen)
- 3) keine exakte Beseitigung der Auskrepelung der unteren Thoraxapertur

Als Ursachen für die hypertrophe Narbenbildung gelten:

- 1) schräger Hautschnitt
- 2) Diathermieschäden
- 3) zu starker Zug am Roux'schen Haken
- 4) Wundinfektion
- 5) zu kleiner Hautschnitt
- 6) keine Subkutannaht

Faktoren für die Ausbildung von Knorpelhöckern sind:

- 1) zu geringe Breite der Chondrotomie
- 2) falsches Knoten
- 3) zu dickes Nahtmaterial
- 4) keine axialen Anastomosen
- 5) unterlassene Abtragung der aufgebogenen Sternumränder

Das Auftreten von Dellen nach der Operation ist häufig zu beobachten bei:

- 1) ungenügender Resektion der Rippen
- 2) unterlassener Beseitigung der angeborenen Verbiegung der Rippen durch die Diathermie
- 3) ungenügender Fixation des Bügels

Für die Entstehung der Auskrepelung der unteren Thoraxapertur kommen folgende Punkte in Frage:

- 1) unterbliebene Korrektur der unteren Rippenbögen
- 2) keine zusätzlichen Chondrotomien lateral
- 3) zu geringe Excision
- 4) keine innere Stabilisierung des Rippenbogens

Archivnummern der Total- und Teilrezidivpatienten
bei der Spätuntersuchung (1966 - 1979)

	Trichterbrust	Kielbrust
Total- rezidive	97 095 235 396	
Teilrezidive	108 523 124 427 139 987 191 711 200 821 245 093 254 536 258 919 260 543 260 794 262 793 270 009 272 589 278 793 282 734	173 804 257 809

Besondere Ergebnisse bei 104 spätuntersuchten Patienten

Art des Befundes	Häufigkeit bei 104 Pat.
unvollständige Weichteildeckung des früheren Operationsgebietes	11 x (10,6 %)
Rektusdiastasen	3 x (2,9 %)
unvollständige Rektusansätze an den Rippenbögen	2 x (1,9 %)
Muskellücken des Pectoralis	4 x (3,8 %)
asymmetrische Dellenbildung	3 x (2,9 %)
parasternale Dellenbildung beiderseits	10 x (9,6 %)
Sternumbuckel über dem ehemaligen Spießverlauf	8 x (7,7 %)
Kielbrustbildung nach Trichterbrustkorrektur	1 x (1,0 %)
Trichterbrustbildung nach Kielbrustkorrektur	1 x (1,0 %)

Von den 26 Patienten, die nicht zur Nachuntersuchung kommen konnten, versuchten wir zumindest telefonisch oder brieflich eine Auskunft über das Ergebnis ihrer Operationen zu erhalten. Von 17 Patienten (65,4 %) konnten wir auf diese Weise das Spätergebnis erfahren. Im allgemeinen war das Resultat wesentlich besser als bei der eigentlichen Spätuntersuchung.

6 Patienten (35,3 %) bestätigten uns sogar ein Ergebnis ohne jegliche Auffälligkeiten. 5 (29,4 %) ga-

ben nur geringe kosmetische Mängel wie leichte Dellen oder kleine Knorpelhöcker an. Die restlichen 6 Patienten (35,3 %) beschrieben uns größere Mängel, die korrekturbedürftig wären, darunter 1 Patient mit einem Teilrezidiv (5,9 %). An dieser Stelle kann man zur Diskussion bringen, ob die Patienten in ihren Angaben untertrieben, um sich vielleicht ein Kommen zu ersparen oder ein wirklich gutes Ergebnis zu verzeichnen hatten, sodaß sich der weite Weg zur Untersuchung nicht lohnen würde.

Ergebnis von 26 Patienten, die nicht zur Spätuntersuchung erschienen sind

9 Patienten ohne Angaben (34,6 %)

	Art des Befundes	Häufigkeit bei 17 Patienten
korrek- turbe- dürftig	Teilrezidiv	1 (5,9 %)
	hypertrophe Narbe	3 (17,6 %)
	großer Knorpelhöcker	2 (11,8 %)

nicht kor- rekturbe- dürftig	kleiner Knorpelhöcker	4 (23,5 %)
	leichte Dellenbildung	6 (35,3 %)

	keine Auffälligkeit	6 (35,3 %)

Ein weiteres Ziel bei der Auswertung der Spätergebnisse war es, den späteren Verlauf der Befunde, die bei der Frühuntersuchung festgestellt wurden, und deren Endresultat zu erforschen. Unter den 104 Patienten waren 3 Patienten mit einem Trichterbrusttotalrezidiv und ein Patient mit einem Kielbrusttotalrezidiv gewesen. Nach deren Korrektur trat bis zur Spätuntersuchung kein Rezidiv mehr auf.

Bei der Frühuntersuchung hatten insgesamt 28 Trichterbrust-, 5 Kielbrustpatienten und 1 Patient mit Kombinationsform ein Teilrezidiv aufzuweisen. 3 der Trichterbrust- und einer der Kielbrustpatienten verweigerten eine Rezidivoperation, so daß bei ihnen als Spätergebnis das Bild eines Teilrezidivs erhalten blieb. Von den 25 Patienten mit Trichterbrustteilrezidiv wiesen nach erneuter operativer Korrektur wieder 7 bei der Spätuntersuchung ein Teilrezidiv auf (28 %). Die 4 Kielbrustrezidivfälle und der Rezidivfall bei der Kombinationsform erhielten durch die Operation ein gutes Spätergebnis.

Von den 104 spätuntersuchten Patienten hatten sich 33 auf Grund des Frühergebnisses einer Narbenexcision

unterzogen. Bei 18 von diesen stellten wir erneut eine hypertrophe Narbenbildung fest (54,5 %), darunter vor allem Patienten mit einer Neigung zur Ausbildung von Narbenkeloiden.

Ebenfalls 33 Patienten hatten sich nach der Frühuntersuchung auffällige Knorpelhöcker operativ abtragen lassen. Als Spätergebnis fanden sich bei 9 Patienten (27,3 %) wieder große, korrekturbedürftige Höcker; weitere 8 Patienten (24,2 %) wiesen kleinere, nicht abzutragende Erhebungen auf.

Einen Dellenausgleich durch Duraimplantation erhielten 6 Patienten; keiner davon wies später wieder eine größere Delle an der Thoraxwand auf, jedoch hatten sich bei äußerst kritischer Beobachtung von 5 Patienten (83,3 %) inzwischen leichte unauffällige Eindellungen gebildet, für die keine Korrektur indiziert war.

Von 7 kleineren, nicht abgetragenen Knorpelhöckern bei der Frühuntersuchung blieben 5 (71,4 %) bis zur Spätuntersuchung unverändert. Kein Befund hatte sich verschlimmert; bei 2 Patienten verschwanden die Unebenheiten sogar völlig durch eine gute Weichteilüberdeckung.

Bei den 10 Patienten, die bei der Frühuntersuchung leichte Dellen ohne nachfolgende Korrektur hatten, fanden sich in der Spätuntersuchung bei 8 (80 %) dieselben Dellen wieder; bei einem Patienten war sie nicht mehr erkennbar, bei einem Patienten verschlimmerte sie sich sogar zu einem Teilrezidiv.

Die 5 Patienten, die als Frühergebnis eine deutliche Prominenz der Rippenbögen aufgewiesen hatten, zeigten bei der Spätuntersuchung immer noch dieselbe ausgekrepelte untere Thoraxapertur.

Spätergebnis von verschiedenen Korrekturmaßnahmen nach der Frühuntersuchung

Korrekturmaßnahme	Patientenzahl	Häufigkeit des Wiederauftretens
Totalrezidivoperation	4	0 x
Teilrezidivoperation	30	7 x (23,3 %)
Narbenexcision	33	18 x (54,5 %)
Knorpelhöckerabtragung	33	9 x (27,3 %)
Dellenausgleich mit Dura	6	0 x

b) Sensibilitätsstörungen

Durch die Durchtrennung von sensorischen Nervenästen, die zur Haut führen, bei der Operation werden längere Zeit nach dem Eingriff bis zur Regeneration der Nervenfasern besonders im Narbengebiet Hautreize minder- oder auch mißempfunden. Noch nach vielen Jahren kann die Sensibilität besonders an hypertrophen Narben oder über ausgeprägten Knorpelhöckern gestört sein. Bei der Sensibilitätsprüfung im Operationsbereich unserer 104 Patienten gaben 35 Patienten (33,7 %) überhaupt keine Störung an. 60 Patienten (57,7 %) meinten, die Reize im Narbenbereich seien weniger deutlich als an Vergleichstellen der übrigen Haut. 6 Patienten (5,8 %) gaben eine erhöhte Empfindlichkeit an. 2 Patienten (1,9 %) hatten auf die Berührungsreize hin sogar Parästhesien. Ein Patient (0,9 %) verspürte auf die Hautreize hin gar nichts.

Sensibilitätsstörungen von 104 Patienten bei der Nachuntersuchung

Befund	Häufigkeit
keine Störung	35 x (33,7 %)
Hypästhesie	60 x (57,7 %)
Hyperästhesie	6 x (5,8 %)
Parästhesie	2 x (1,9 %)
Anästhesie	1 x (0,9 %)

c) Wirbelsäulenveränderungen und Haltungsschäden

Ein Vergleich des Vorkommens von Wirbelsäulenveränderungen und/oder Haltungsschäden vor der Erstoperation mit dem Auftreten derselben bei der Spätuntersuchung konnte Aufschluß auf den Einfluß der Operation geben. Wie folgende Tabellen zeigen, waren nach durchschnittlich 4,6 Jahren nach dem Ersteingriff insgesamt 2 Wirbelsäulenveränderungen (2,8 %) - hauptsächlich leichte Skoliosen - neu entstanden, während bei insgesamt 33 Patienten, die vor der Operation einen Wirbelsäulenschaden aufgewiesen hatten, in 10 Fällen (30,3 %) die Veränderungen an der Wirbelsäule nach der Operation verschwanden. Ein nicht so deutlich positiver Einfluß der Operation zeigt sich beim Vergleich der Haltungsschäden vor und nach der Operation.

Änderung von Wirbelsäulen- und/oder Haltungsschäden

vor der Operation bis zur Spätuntersuchung bei

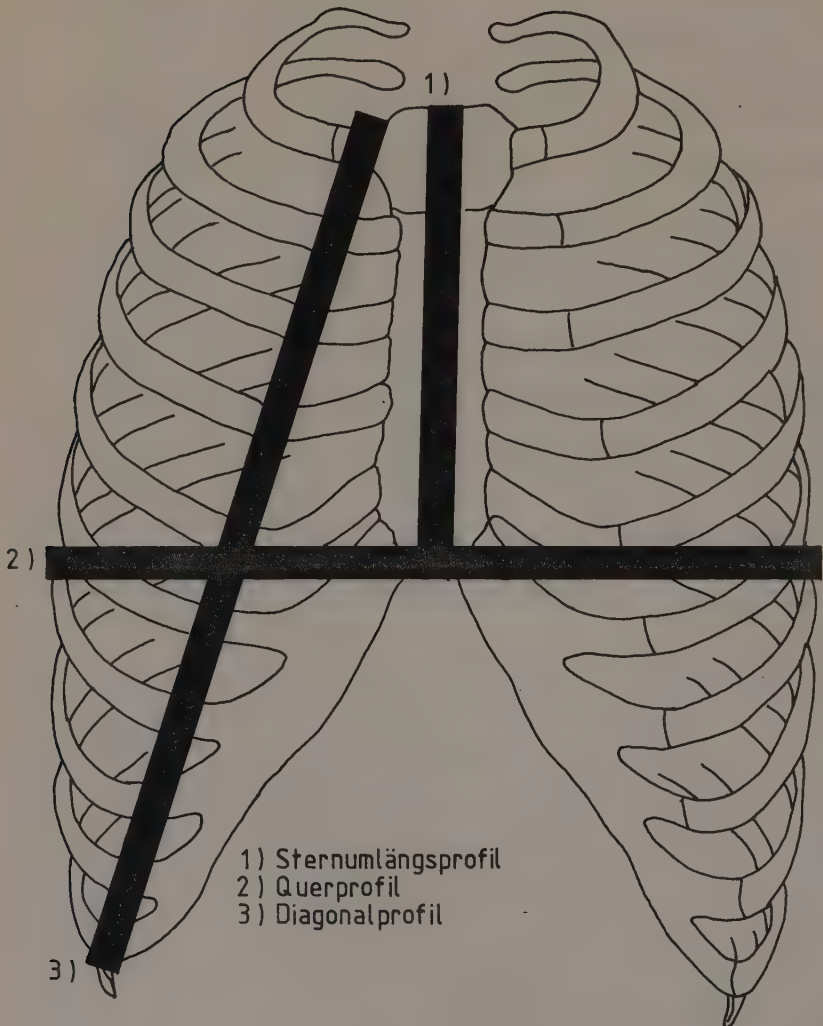
104 Patienten (1966 - 1979):

	präope- rativ	bei Spät- untersuchung
Keine Veränderungen	35	26
Wirbelsäulen- und Haltungsschaden		0
nur Wirbelsäulenveränderung		2
nur Haltungsschaden		7
keine Veränderungen		1
Wirbelsäulen- und Haltungsschaden	28	13
nur Wirbelsäulenveränderung		7
nur Haltungsschaden		7
keine Veränderungen		1
Wirbelsäulen- und Haltungsschaden		1
nur Wirbelsäulenveränderung	5	2
nur Haltungsschaden		1
keine Veränderungen		10
Wirbelsäulen- und Haltungsschaden		0
nur Wirbelsäulenveränderung		0
nur Haltungsschaden	36	26

d) Vermessungen der vorderen Thoraxwand

In den letzten Jahren sind viele Versuche unternommen worden, Thoraxdeformitäten objektiv erfassen zu können (4, 10, 26, 45). An unserer Klinik hat H.P. Hümmer in letzter Zeit ein Verfahren entwickelt, wodurch sich morphologische Änderungen am Thorax genau festhalten lassen (19, 52, 53). Durch Anmodellieren eines flexiblen Zeichenlineals mit Metallkern und Kunststoffarmierung lassen sich verschiedene Profile der Brustwand bilden und anschließend dokumentieren. Das Verfahren zeichnet sich durch geringen Kosten- und Zeitaufwand aus und bietet eine optimale Objektivierung individueller Befunde. Die Lage der Profilmessungen verdeutlicht folgendes Schema:

Lage der Profilmessungen an der vorderen Thoraxwand:



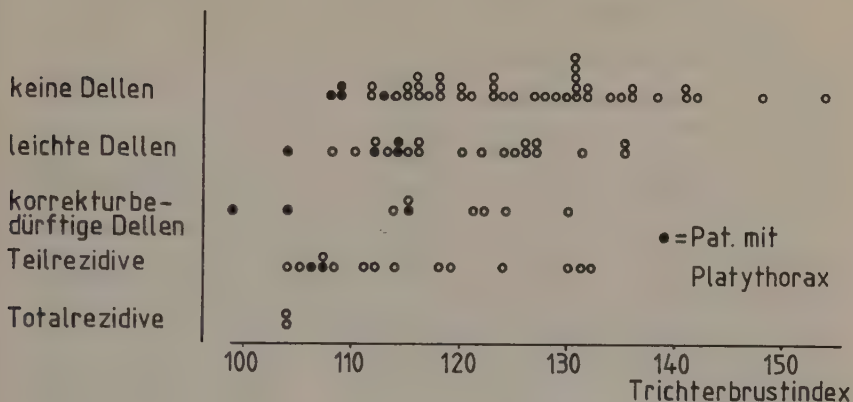
Bei der Spätuntersuchung wandten wir dieses Verfahren auch bei den 93 Patienten nach vorausgegangener Trichterbrustoperation (1966 - 1979) an.

Zur Bestimmung des Trichterbrustindex, der über die Sternumposition relativ zur Wirbelsäule Auskunft gibt, wurde der Beckenzirkel benutzt. Am stehenden Patienten wurde jeweils in Expirationsstellung der sagittale Durchmesser des Thoraxeinganges an der Manubriumoberkante (T_E) und des Thoraxausganges am Xiphoidansatz (T_A) gemessen. Das Verhältnis beider Werte ($T_A/T_E \times 100$) ergibt den Trichterbrustindex. Die Werte für normal konfigurierte Brustkörbe liegen um 130. Bei Werten unter 110 müsse mit einer Verdrängung des Herzens gerechnet werden. Ausgeprägte Trichterbrüste wiesen in der Regel immer Werte unter 110 auf (19, 53). Innerhalb unseres Patientengutes teilten wir die Patienten nach verschiedenen Befunden ein und verglichen ihre Trichterbrustindices. Grundsätzlich mußte zwischen Patienten mit normal konfiguriertem Thorax und Patienten mit Flachbrust unterschieden werden.

Patienten mit normalkonfiguriertem Thorax: 41 Patienten wiesen keinerlei Einsenkungen im Sternumbereich auf. Die Werte für ihren Trichterbrustindex bewegten sich zwischen 112 und 152; im Durchschnitt betrug der Index 127,4. Die 18 Patienten mit leichten Eindellungen des unteren Sternumdrittels hatten 121,6 als durchschnittlichen Trichterbrustindex (108 - 135). Die 6 Patienten, die bei der Spätuntersuchung ausgeprägte, korrekturbedürftige Dellen im unteren Sternumdrittel boten, maßen durchschnittlich 121,0 (114 - 130). Die 13 Patienten mit Teilrezidiven hatten im Mittel 116,5 als Trichterbrustindex (104 - 132). Bei den 2 Patienten mit Totalrezidiv ergab der Index jeweils 104.

Patienten mit Platythorax: Die 4 Patienten ohne Dellen im unteren Sternumdrittel hatten durchschnittlich 109,8 als Trichterbrustindex (108 - 113). Bei 4 Patienten mit leichten Dellenbildungen errechnete sich im Mittel 111,0 (104 - 114), 3 Patienten mit starken Dellen hatten 106,0 im Durchschnitt (99 - 115). 2 Patienten wiesen ein Teilrezidiv auf und erhielten einen Trichterbrustindex von 106 und 107.

Aufteilung von 93 Trichterbrustindexwerten bei ver-
schiedenen Befunden



Da mit der Messung am unteren Thoraxausgang (T_A) der äußere sagittale Thoraxdurchmesser bestimmt worden ist, lassen sich Vergleiche anstellen zu den Normalwerten, die Hammer-Tschepe und Stucki in früheren Messungen an normalen Kindern durchgeführt haben (11, 46).

Äußerer sagittaler Thoraxdurchmesser von 27 Patienten
im Kindesalter im Vergleich mit Normalwerten von Stucki
und Hammer-Tschepe

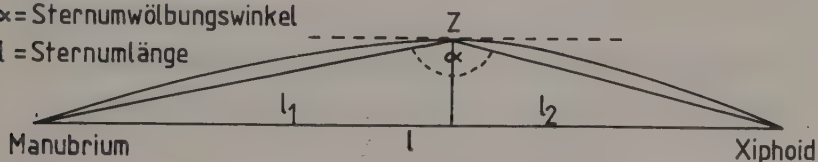
Archiv- Nr.	Alter (Jahre) Geschlecht	äußerer Durchmes- ser(cm)	Erlanger Normal- werte(cm)	Stucki Normal- werte(cm)	sternale Einsen- kung
225 271	5 m	13,2	15,6	14,62	-
248 302	5 m	11,2	15,6	14,62	-
223 098	6 m	11,0	15,7	13,58	-
271 645	7 w	11,5	15,8	14,09	leichte Delle
273 067	7 w	10,8	15,8	14,09	leichte Delle
273 536	7 m	12,9	15,8	15,04	Teilrezidiv
256 528	7 m	12,0	15,8	15,04	leichte Delle
277 462	8 w	11,0	16,0	14,27	leichte Delle
199 192	8 m	14,4	16,0	13,67	-
264 294	8 m	12,8	16,0	13,67	leichte Delle
223 838	9 m	11,2	16,6	14,65	leichte Delle
276 645	9 m	14,2	16,6	14,65	-
214 598	10 w	14,8	17,0	15,40	-
228 413	11 w	13,4	18,5	15,37	-
224 318	11 m	13,0	18,5	15,12	-
271 645	11 m	14,2	18,5	15,12	leichte Delle
272 589	11 m	12,8	18,5	15,12	Teilrezidiv
221 353	11 m	11,3	18,5	15,12	leichte Delle
216 015	12 w	15,2	18,9	16,25	-
257 812	12 w	13,1	18,9	16,25	-
209 617	12 m	13,9	18,9	16,53	erhebl.Delle
188 616	13 w	12,4	19,1	16,50	-
184 266	13 w	13,0	19,1	16,50	leichte Delle
230 494	13 m	15,6	19,1	16,78	-
262 793	13 m	14,0	19,1	16,78	Teilrezidiv
196 048	13 m	14,0	19,1	16,78	leichte Delle
278 793	13 m	17,2	19,1	16,78	Teilrezidiv

Für die Profilmessungen wurde das flexible Lineal benutzt. Zur Bestimmung des Sternumlängsprofiles wurde das Lineal beginnend an der Oberkante des Manubriums auf das Sternum bis zum Processus xiphoidus aufgelegt und anschließend dokumentiert. Die beiden Enden des Profils wurden in den Aufzeichnungen verbunden (Sternumlänge l); durch Parallelverschiebungen dazu ließ sich der höchste Punkt (Z) des Sternums ermitteln. Die Senkrechte auf die Verbindungslinie der beiden Sternumenden unterteilte die Sternumlänge in zwei Abschnitte l_1 und l_2 , so daß sich die Position des Punktes Z, bezogen auf die obere Manubriumkante, durch das Verhältnis l_1/l errechnen ließ. Der Sternumwölbungswinkel ist der Winkel, den die Geraden, von den beiden Sternumenden durch den Kulminationspunkt gezogen, einschlossen. Je kleiner er ist, desto mehr ist in der Regel des Sternum gewölbt.

Z = Kulminationspunkt

α = Sternumwölbungswinkel

l = Sternumlänge



Konstruktionen am Sternumlängsprofil bei normalem Thorax

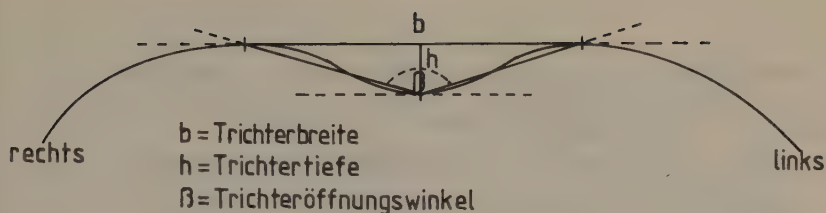
Bei der Auswertung der 93 Sternumlängsprofile teilten wir die Ergebnisse nach den Befunden auf, die die Inspektion bei der Spätuntersuchung ergab. Unter den spätuntersuchten Patienten waren 29 Patienten, deren Sternumverlauf unauffällig war. Der höchste Punkt des Sternums lag in der Regel im mittleren Bereich ($0,34 - 0,73$). Der durchschnittliche Wert lag bei $0,53$, also knapp unterhalb der Sternummitte. Die Werte für den Wölbungsgrad des Brustbeins lagen zwischen 157° und 175° , im Durchschnitt bei 166° . Bei 22 Patienten mit leichten Dellen im unteren Sternumdrittel lag die höchste Erhebung im Durchschnitt etwas über der Sternummitte ($0,47$), insgesamt wurde das Sternum etwas flacher (169°). Bei 9 Patienten mit korrekturbedürftigen Dellen im unteren Sternumdrittel rückte der höchste Punkt noch ein Stück weiter nach oben ($0,43$), während der mittlere Wölbungsgrad bei 167° lag. Bei 15 Teilrezidivbefunden war die höchste Erhebung des Sternums im Durchschnitt genau in der Mitte ($0,51$). Das mag daran liegen, daß inspektorisch für die Diagnose eines Teilrezidivs mehr die Tiefe als die Weite der Einsenkung von Bedeutung ist und Dellenbildungen nach der Operation auch an weiter oben gelegenen Stellen des unteren Sternums entstehen.

Bei den 2 Patienten mit Totalrezidiv hatte die Einsenkung das Sternum soweit erfaßt, daß der "Gipfelpunkt" des Sternums ganz nach oben verdrängt wurde (0,37 u. 0,42), die Angaben über den Wölbungsgrad lagen bei 166° und 163° . Bei 12 Patienten waren leichte Dellen im mittleren Sternumbereich entstanden. Es waren hier also zwei Gipfelpunkte und Wölbungswinkel zu messen. Der obere Punkt lag im Durchschnitt im oberen Brustbeindrittel (0,24) mit 172° Wölbung, der tiefergelegene im unteren Drittel bei 0,81 mit 170° . Das Sternum war demnach etwas abgeflacht. Bei 3 Patienten wurden jeweils 2 Dellen festgestellt, eine im mittleren und eine im unteren Sternumdrittel. Die 2 Gipfelpunkte, die sich oberhalb und unterhalb der oberen Delle ergaben, lagen im Mittel bei 0,35 und 0,68, also jeweils an den Grenzen der drei Sternumdrittel. Durch die Dellenbildung wurde das Brustbein insgesamt abgeflacht (174° und 173°). Bei einem Patienten lag eine Delle im oberen Sternumdrittel vor, so daß sich der höchste Punkt der Sternumwölbung mit 171° bei 0,72 im unteren Bereich darstellte.

Meßergebnisse aus 77 Sternumlängsprofilen

Befund	Anzahl d.Fälle	durchschn. Position d. Punktes Z	Werte- spanne	durchschn. Wölbungs- grad	Werte- spanne
Sternum un- auffällig	29	0,55	0,34-0,73	166°	157°-175°
leichte Delle	22	0,47	0,27-0,71	169°	151°-177°
korrektur- bed.Delle	9	0,43	0,21-0,74	167°	155°-175°
Teilrezidiv	15	0,51	0,37-0,64	152°	152°-174°
Totalrezidiv	2	0,40	0,37u.0,42	165°	163°u.166°

Im Querprofil wurde mit dem biegsamen Zeichenlineal der Trichteröffnungswinkel bestimmt. Dabei wurde das Lineal in Höhe des Xiphoidansatzes quer zum Sternum der vorderen Thoraxwand angedrückt und zu Papier gebracht. Der Rippenbogenschnittpunkt entsprach in fast allen Fällen mit Trichterbrustbildung auch dem Punctum maximum des Trichters. Der Trichteröffnungswinkel läßt sich durch die Kulminationspunkte und den tiefsten Trichterpunkt, konstruiert durch Parallelverschiebung der Tangente, ermitteln. Der Abstand der beiden Kulminationspunkte entsprach der Trichterbreite; das Lot, vom tiefsten Punkt des Trichters auf die Verbindungslinie dieser beiden Punkte gefällt, zeigte die Trichtertiefe an.



Konstruktionen am Querprofil bei vorliegender Trichterbrust

Bei Patienten mit normaler vorderer Thoraxwand ist das Querprofil wie unten gezeigt gewölbt, so daß sich obige zeichnerische Konstruktionen nicht durchführen lassen, da der Winkel in jedem Fall 180° übertrifft.



Querprofil bei normal gewölbter vorderer Thoraxwand

Entsprechend den Befunden, die sich bei der Spätuntersuchung der 93 Trichterbrustpatienten an der unteren, vorderen Brustwand feststellen ließen, wurden die rechnerischen Ergebnisse aus den Querprofilen in Gruppen eingeteilt. Unter den 93 Patienten hatten wir 45 Patienten gefunden, deren vordere Brustwand im Bereich des

Sternumendes inspektorisch unauffällig war. Bei 26 Patienten von ihnen ließ sich auch zeichnerisch keine Einsenkung darstellen (über 180°). Zu diesen Patienten rechneten wir auch die 9 Trichterbrustpatienten, bei denen wir eine parasternale Dellenbildung beiderseits erkannt hatten, da sie über dem Sternum eine normale Wölbung boten. 19 Patienten wiesen objektiv leichte Einsenkungen auf, nachdem sich durch Anlegen des Lineals das Weichteilgewebe wegdrücken und die knöcherne Oberfläche abzeichnen ließ. Der durchschnittliche Öffnungswinkel lag demnach relativ hoch bei 172° ; die Breite bei 11,2 cm und die Tiefe bei 0,4 cm im Mittel. Das bedeutet, daß die Einsenkung extrem flach war. 22 Patienten boten eine leichte Dellenbildung im Bereich des unteren Sternumanteils. Bei 3 von ihnen war die Einsenkung zeichnerisch nicht objektivierbar (über 180°). Die 19 anderen Patienten hatten im Durchschnitt einen Öffnungswinkel von 170° , eine mittlere Breite von 10,4 cm und Tiefe von 0,6 cm. Der Trichteröffnungswinkel war bei den 9 Patienten, bei denen das Spätergebnis korrekturbedürftige Dellen im unteren Sternumbereich zeigte, erwartungsgemäß kleiner (166°). Die durchschnittliche Breite und Tiefe betrug 13,0 bzw. 0,8 cm. Bei 15 Patienten mit Teilrezidiven ergab sich ein mittlerer Trichter-

öffnungswinkel von 161° ; die Breite lag bei 12,7 cm, während die Tiefe auf 1,1 cm angestiegen war. 2 Patienten boten bei der Spätuntersuchung ein Totalrezidiv. Die Trichteröffnungswinkel betrugen hier 151° und 155° . Der Trichter war 21,0 cm bzw. 17,2 cm breit. Als Trichtertiefen wurden 2,7 cm bzw. 1,9 cm gemessen.

Aus den Angaben ist zu ersehen, daß bei allen Befundgruppen mit Ausnahme der 2 Totalrezidive die Breite der Einsenkungen annähernd gleich blieb. Je nach Alter entsprach sie etwa dem Abstand der beiden Knorpel-Knochengrenzen der Rippen. Je ausgeprägter die Einsenkungen sich darstellten, desto höher wurde der Wert für die Trichtertiefe und entsprechend kleiner wurde der Trichteröffnungswinkel.

Meßergebnisse aus 93 Querprofilen

Befund	Anz. Fälle	durchschn. Öffnungswinkel	durchschnittl. Breite (cm)	Werte- spanne (cm)	durchschnittl. Tiefe (cm)	Werte- spanne (cm)
unauffäl. vordere Brustw.	26 19	180° 173°	- 11,2	- 8,7-15,3	- 0,4	- 0,1-0,7
leichte Delle	3 19	180° 170°	- 10,4	- 6,1-15,1	- 0,6	- 0,1-1,0
korrekturbed. Delle	9	166°	13,0	10,9-16,9	0,8	0,3-1,4
Teilrezidiv	15	161°	12,7	7,6-17,2	1,1	0,3-1,6
Totalrezidiv	2	153°	19,1	17,2u.21,0	2,3	1,9u.2,7

Zur Bestimmung der Rippenbogeneversion wurden bei den 93 Trichterbrustpatienten Diagonalprofile der vorderen Brustwand ermittelt. Das Kurvenlineal wurde beginnend am Sterno-Claviculargelenk entlang des Verlaufs der Knorpelknochengrenze der Rippen bis zum unteren Rippenbogen aufgedrückt. Einsenkungen im Sternalbereich beeinflussten den Profilverlauf nicht, da sie sich nur im medialen Bereich der Rippenknorpelanteile bildeten. Erfasst wurden bei diesen Profilmessungen sowohl seitliche Dellenbildungen als auch die Prominenz der Rippenbögen. Bei der Auswertung der Profilmessungen wurde vom unteren Endpunkt des Profils aus die Tangente an die Kurve gelegt und der Tangentialschnittpunkt ermittelt. Der Punkt, der die größte Distanz von dieser Tangente aufwies, wurde mittels Parallelverschiebung konstruiert. Der Eversionswinkel war schließlich der Winkel, den die Verbindungen der beiden ersten Punkte mit dem tiefsten Punkt einschlossen.



Konstruktion des Rippenbogeneversionswinkels bei einem Patienten mit Prominenz des Rippenbogens

Bei Patienten mit keiner Auskrempelung der unteren Thoraxapertur ist der Kurvenverlauf des Diagonalprofils nicht gewellt. Somit läßt sich auch kein Eversionswinkel konstruieren.



Diagonalprofil bei einem Patienten mit normaler unterer Thoraxapertur

Die Ergebnisse bei der Bestimmung des Rippenbogeneversionswinkels bei den 93 spätuntersuchten Trichterbrustpatienten gliederten sich wieder in mehrere Befundgruppen auf.

35 Patienten wiesen bei der Spätuntersuchung inspektorisch keine Auskrempelung der unteren Thoraxapertur auf. Bei 11 von ihnen war auch durch Profilmessung zeichnerisch keine Eversion beiderseits nachzuweisen (0°). 19 Patienten wiesen in der seitlichen Brustwand Eindellungen bei normalem Abschluß des unteren Brustkorbs an den Rippenbögen auf, so daß sich die Auswertungen nicht für die Bestimmung des Eversionswinkels eigneten. Bei den restlichen 5 Patienten wurde ein durchschnittlicher Eversionswinkel von $1,6^{\circ}$ rechts und $2,1^{\circ}$ links festgestellt.

Bei 37 Patienten hatte sich eine Prominenz der Rippenbögen gezeigt. Der durchschnittliche Eversionswinkel lag rechts bei $6,5^{\circ}$ und links bei $8,6^{\circ}$. Bei weiteren 21 Patienten, die inspektorisch eine Rippenbogenprominenz boten, wurden die Eversionswinkel durch direkt über den Rippenbögen liegende Dellen beeinflusst und damit vergrößert. Die Werte lagen im Durchschnitt rechts bei $9,4^{\circ}$ und links bei $12,4^{\circ}$.

Die Wertangabe des Rippenbogeneversionswinkel ist nicht unbedingt ein Maß für die Ausprägung einer Rippenbogenprominenz, da Prozesse über den Rippenbögen (Dellen, Knorpelhöcker) die Winkelangaben beeinflussen. Bei Werten über 5° ist jedoch in der Regel das Vorliegen einer Auskrepelung der unteren Thoraxapertur anzunehmen.

e. Subjektiver Eindruck des Patienten

Ein wichtiger Punkt für die allgemeine Bewertung des Operationsergebnisses ist die Meinung des Patienten selbst darüber. Nach der Beurteilung des Operationsergebnisses befragt, machten die Patienten bei der Spätuntersuchung folgende Angaben:

Art des Befundes	Urteil ausge- zeichnet	gut	mittel- mäßig	schlecht	Pat.- zahl
Total-o. Teilre- zidiv	0x	3x(15,8%)	11x(57,9%)	5x(26,3%)	19
korrektur- bed.Dellen o.Knorpel- höcker	1x(3,7%)	15x(55,6%)	10x(37,0%)	1x(3,7%)	27
hypertro- phe Narbe	2x(11,1%)	14x(77,8%)	1x(5,6%)	1x(5,6%)	18
nicht kor- rekturbed. Dellen,Knor- pelhöcker o. Rippenbogen- prominenzen	4x(11,1%)	20x(55,6%)	12x(33,3%)	0x	36
völlig un- auffälliger Thorax	2x(50%)	1x(25%)	1x(25%)	0x	4
Summe	9x(8,7%)	53x(51,0%)	35x(33,6%)	7x(6,7%)	104

Insgesamt war der Großteil aller Patienten trotz häufiger mangelhafter Ergebnisse zufriedengestellt (59,7 %). Nur 40,3 % aller Patienten kritisierten ihre objektiv fast immer schlechten Spätergebnisse. Bei den 19 Patienten mit Total- bzw. Teilrezidiv wäre eigentlich als Antwort des Patienten "schlecht" zu erwarten gewesen, dennoch beurteilten die meisten (57,9 %) das Ergebnis als mittelmäßig, 3 Patienten (15,8 %) es sogar als gut. Als Begründung wurde angegeben, das Ergebnis sei besser als der Ausgangszustand. Bei den insgesamt 45 Patienten mit korrekturbedürftigen Befunden, die eigentlich als mittelmäßig zu bewerten wären, herrschte zu- meist Zufriedenheit vor (81,1 %). Die Patienten mit kleinen unauffälligen Mängeln als Spätergebnis waren ebenfalls in der Mehrzahl zufrieden (66,7 %), nur 12 Patienten (33,3 %) hielten es für mangelhaft, da bei ihnen größtenteils mehrere kleine Unschönheiten gleichzeitig vorlagen. Die 4 Patienten, deren Spätergebnis völlig ohne Befund war, waren in 3 der Fälle erwartungs- gemäß zufrieden.

Bei der Spätuntersuchung hatten sich bei insgesamt 64 Patienten Befunde herausgestellt, die zu einer erneuten Korrektur Anlaß gaben.

Die folgende Tabelle zeigt das Operationsinteresse der Patienten in Abhängigkeit von den zugrundeliegenden Befunden. Im Gegensatz zum Interesse bei Total- bzw. Teilrezidiven liegt die Bereitschaft, sich erneut operieren zu lassen, bei den Patienten mit kosmetischen Mängeln am knöchernen Thorax niedriger, da Dellenbildungen und Knorpelhöcker optisch nicht so auffällig sind. Unter den 18 Patienten mit hypertrophen Narbenbildungen erklärten sich sogar 11 (61,1 %) bereit, die Narbe zu gegebenem Zeitpunkt excidieren zu lassen. Die Bereitschaft dazu war vermutlich deshalb so groß, weil sich die Narbe als offensichtlich häßlich darbot und die Patienten durch ihre oberflächliche Lage einsahen, daß der Eingriff klein und ungefährlich ist.

Operationsinteresse von 64 Patienten mit verschiedenen korrekturbedürftigen Befunden bei der Spätuntersuchung

Art des Befundes	Pat.- zahl	Bereitschaft für einen weiteren Eingriff	
		ja	nein
Total- oder Teilrezidiv	19	7 (36,8 %)	12 (63,2 %)
korrekturbed. Dellen o. Knor- pelhöcker	27	8 (29,6 %)	19 (70,4 %)
hypertrophe Narben	18	11 (61,1 %)	7 (38,9 %)
Summe	64	26 (40,6 %)	38 (59,4 %)

V. Z U S A M M E N F A S S U N G

Nach der Definition der einzelnen Thoraxdeformitäten (Trichterbrust, Kielbrust, Kombinationsform) werden im allgemeinen Teil der vorliegenden Arbeit die gängigsten Theorien für die Ätiologie von Trichter- und Kielbrust dargestellt und ein Überblick über die Klassifikation der verschiedenen Deformitäten in Typen (Willital, 1973) getroffen. Bei der Beforschung der Literatur nach Assoziationen der Trichterbrust mit anderen Krankheiten fällt besonders das Marfan Syndrom auf. Die Geschlechtsverteilung ergibt ein starkes Überwiegen der männlichen Patienten: Trichterbrust 2,2:1, Kielbrust 9,7:1, Kombinationsform 1,3:1. 42,3 % der Patienten gaben präoperative Beschwerden an. Der Unterschied von Werten des inneren sagittalen Thoraxdurchmessers bei den verschiedenen Brustkorbdeformitäten zu den Werten normaler Patienten zeichnet sich deutlich ab.

Im zweiten Teil der Dissertation wird auf die Behandlung der Trichter- und Kielbrust eingegangen. Für die Operationsindikation müssen an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen verschiedene maßgebende Aspekte herangezogen

werden (Sternocostale Einziehung, EKG, Lungenfunktion, psychische Belastung). Als bestes Operationsalter eignet sich (trotz z.T. anderer Angaben aus der Literatur) aufgrund eigener Ergebnisse am besten das Vorschulalter. Danach werden die zwei bisher in Erlangen ausgeübten Operationsverfahren (Extensions- und Metallbügelmethode) vorgestellt und anhand ihrer Spätergebnisse miteinander verglichen. Dabei schneidet die 1956 bis 1966 verwendete Extensionsmethode mit einer Rezidivquote von 20,7 % deutlich schlechter ab als das ab 1964 eingeführte Verfahren mit dem Metallbügel (7,3 %). Nun werden die derzeit aktuellen Methoden anderer Operateure beschrieben und ihre Ergebnisse aufgeschlüsselt. Auch hierbei wurden generell zu 85 bis 95 % befriedigende Spätergebnisse erzielt. Die Methoden mit zusätzlicher Stabilisierung (Rippe, Metallbügel etc.) schneiden im Durchschnitt ein wenig besser ab als die Verfahren ohne innere Unterstützung. Anschließend wird die operative Behandlung der Kielbrust dargelegt. Die Korrektur der Kielbrust wird in Erlangen analog zur Trichterbrustoperation ebenfalls mit der Metallbügelmethode durchgeführt. Die Rezidivquote liegt wie bei den Methoden der anderen derzeit führenden Operateure unter 10 %.

Das Hauptgewicht ruht auf den beiden letzten Teilen der

Arbeit, wo die Ergebnisse von 130 Patienten, die zwischen 1966 und 1979 an der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen/Nürnberg mit mangelhaftem Erfolg operiert worden sind, anhand von Auswertungen der Krankenblätter und eigener Nachuntersuchung dargestellt werden:

Bei der Frühuntersuchung nach durchschnittlich 1,8 Jahren lag die Rezidivquote für Trichterbrust bei 5,4 %, für Kielbrust bei 9,4 % und für die Kombinationsform bei 6,3 %. Die Operationsdauer betrug im Durchschnitt knapp unter 2 Stunden. Die Einführung der Metallbügelmethode brachte eine Verkürzung des Klinikaufenthaltes für die Trichterbrustpatienten auf 13,4 Tage durchschnittlich. Postoperative Komplikationen zeigten innerhalb der Klinik 7,7 %, nach Entlassung 5,4 % der Patienten. Die Bedeutung von prä- und postoperativer krankengymnastischer Behandlung ist für ein gutes Spätergebnis groß. Nach 806 operativen Erstkorrekturen mußte in 104 Fällen (12,9 %) später ein erneuter Eingriff vorgenommen werden (Rezidivoperation, Narbenexcision, Knorpelhöckerabtragung, Dellenausgleich). Ein Vergleich von prä- und postoperativen EKG-Befunden zeigt eine deutliche Besserung nach der Operation. Die Beurteilung des Verlaufs der Lungenfunktionsergebnisse ist sehr problematisch.

In letzten Abschnitt werden die Ergebnisse von 104 Patienten gebracht, die sich nach durchschnittlich 4,6 Jahren bei uns zu einer Nachuntersuchung vorgestellt haben. Durch weitere Korrekturmaßnahmen ist das Spätergebnis dieser Patienten deutlich besser als das Frühergebnis. Als Ursachen für die Entstehung schlechter Ergebnisse (Total- bzw. Teilrezidive, hypertrophe Narben, Knorpelhöcker, Dellen, Auskrepelungen der unteren Thoraxapertur) werden im einzelnen operationstechnische Fehler besprochen. Sensibilitätsstörungen nach der Operation traten in 66,3 % der Fälle auf. Bei 30,3 % der Patienten konnte durch den operativen Eingriff eine bestehende Wirbelsäulenveränderung beseitigt werden. Ein Verfahren zur Vermessung des knöchernen Thorax mit Beckenzirkel und flexiblen Zeichenlineal wird vorgestellt, das den Vorteil hat, die individuellen Verhältnisse des Einzelnen berücksichtigen zu können. Obwohl es sich bei der Spätuntersuchung um Patienten mit anatomisch auffälligem Ergebnis handelte, waren 59,7 % von ihnen mit dem Ergebnis zufrieden. Jedoch nur 40,6 % der Patienten mit korrekturbedürftigem Ergebnis waren an einem erneuten Eingriff interessiert.

VI. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Allen, R.G., Douglas, M.: Cosmetic Improvement of Thoracic Wall Defects Using a Rapid Setting Silastic Mold: A Special Technique. J. Ped Surg. 14, 745 (1979)
2. Bettex, M.: Technische Modifikation der Trichterbrustoperation nach Rehbein. Z.Kinderchir. 23, 167 (1978)
3. Bettex, M.: Wesentliches über Kinderchirurgie. S 65 H. Huber Verlag, Bern, Stuttgart, Wien 1975
4. Dietz, H.G., Hecker, W.Ch.: Beitrag zur Vermessung von Thoraxwanddeformitäten. Chirurg 52, 108 (1981)
5. Geisbe, H., Mildenerberger, H., Flach, A., Fendel, H.: The Aetiology and Pathogenesis of Funnel Chest. Progr. Ped. Surg 3, 13 (1971)
6. Godfrey, S.: Association between Pectus Excavatum and Segmental Bronchomalacia. J. Ped. 96, 649 (1980)
7. Gross, R.: Eine Modifikation der Thoraxstabilisierung nach Rehbein bei Trichterbrustoperation. Z. Kinderchir. 17, 67 (1975)
8. Gysler, R., Morger, R.: Beitrag zur Korrektur der Trichterbrust nach Rehbein. Z. Kinderchir. 23, 162 (1978)

9. Haller, J.A. et al.: Operative Korrektur von Pectus Excavatum. Ann. Surg. 184, 554 (1976)
10. Haller, J.A. et al.: Correction of Pectus Excavatum Without Prostheses or Splints: Objective Measurement of Severity and Management of Asymmetrical Deformities. Ann. Thorac. Surg. 26, 73 (1978)
11. Hammer-Tschepe, H.: Trichterbrust-Rezidive Ursache und Häufigkeit unter Berücksichtigung von zweidimensionalen Thoraxmessergebnissen bei normal entwickelten Kindern. Dissertation Chir. Univ. Klinik Erl.-Nbg. (1975)
12. Hecker, W.Ch., Pöschl, U., Billinger, W.: Trichterbrust und Kielbrust. Münch. med. Wschr. 119, 559 (1977)
13. Hecker, W.Ch.: Operation der Trichterbrust. Chir. Praxis 27, 311 (1980)
14. Heydorn, W.H. et al.: Surgical Management of Pectus Deformities. Ann. Thorac. Surg. 23, 417 (1977)
15. Holcomb, G.W.: Surgical Correction of Pectus Excavatum. J. Ped. Surg. 12, 245 (1977)
16. Howard, R.: Funnel Chest: Results and Description of an Improved Operative Technique. Med. J. Aust. 2, 134 (1978)
17. Hümmer, H.P.: Kosmetische Schnittführung zur Korrektur weiblicher Brustwanddeformitäten Chir. Praxis 27, 581 (1980)

18. Hümmer, H.P.: Ein neues Verfahren zur Standardisierung des Submammärschnittes bei der Trichterbrustkorrektur. Chirurg. 52, 104 (1981)
19. Hümmer, H.P.: Der Trichterbrustindex. Chir. Praxis 28, 533 (1981)
20. Humphreys, G.H., Jaretzki, A.: Operative Corection of Pectus Excavatum. J. Ped. Surg. 9,899 (1974)
21. Humphreys, G.H., Jaretzki, A.: Pectus Excavatum. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 80, 686 (1980)
22. Mendelson, B.C., Masson, J.K.: Silicone Implants for Contour Deformities of the Trunk. Plast. Reconstr. Surg. 59, 538 (1977)
23. Muschol, J.: Erfahrungen bei der Operation der Trichterbrust von 1956 - 1975. Diss. Chir. Univ. Klinik Erl.-Nbg.
24. Naef, A.P.: The Surgical Treatment of Pectus Excavatum: An Experience with 90 Operations. Ann. Thor. Surg. 21, 63 (1976)
25. v.d.Oelsnitz, G.: Ergebnisse der operativen Trichterbrustbehandlung an der Kinderchirurgischen Klinik in Bremen. Z. Kinderchir. 15, 25 (1974)
26. v.d.Oelsnitz, G.: Longterm Results of Operative Funnel Chest Treatmént. Progr. Ped. Surg. 10, 251 (1977)
27. Pickard, L.R. et al.: Pectus Carinatum: Results of Surgical Therapy. J. Ped. Surg. 14,228 (1979)

28. Randolph, J.C. et al.: Repair of Pectus Excavatum in Children under 3 Years of Age: A Twelve-Year Experience. Ann. Thor Surg. 23, 364 (1977)
29. Ravitch, M.M.: The operative Treatment of Pectus Excavatum. Ann. Surg. 129, 429 (1949)
30. Ravitch, M.M.: The Operative Correction of Pectus Carinatum. Ann. Surg. 151, 705 (1960)
31. Ravitch, M.M.: Technical Problems in the Operative Correction of Pectus Excavatum. Ann. Surg. 162, 29 (1966)
32. Ravitch, M.M.: The Forms of Congenital Deformities of the Chest an their Treatment. Progr. Ped. Surg. 3, 1 (1971)
33. Ravitch, M.M.: Congenital Deformities of the Chest Wall an their Operative Correction. W.B. Saunders Company Philadelphia, London, Toronto (1977)
34. Rehbein, F., Wernicke, H.H.: The Operative Treatment of the Funnel Chest. Arch. Dis. Child 32, 5 (1957)
35. Rehbein, F.: The Use of Internal Steel.Struts in the Operative Correction of Funnel Chest. J. Ped. Surg. 1, 80 (1966)
36. Reismann, B.: Indikation und Methode der Korrektur von Brustwanddeformitäten. Thoraxchir. 26, 51 (1978)

37. Reismann, B.: Die Chirurgische Korrektur der Trichter- und Hühnerbrust. Dtsch. med.Wschr. 104, 42 (1979)
38. Richter, J., Martins, M.: Cor pulmonale und Trichterbrust durch Obstruktion der oberen Luftwege infolge adenoider Vegetation beim Säugling und Kleinkind. Monatsschr. Kinderheilkd. 129, 175 (1981)
39. Rickham, P.P., Soper, R.P., Stauffer, U.G.: Synopsis der Kinderchirurgie. S. 350, Thieme Stuttgart 1975
40. Robicsek, F. et al.: Technical Considerations in the Surgical Management of Pectus Excavatum and Carinatum. Ann.Thor. Surg. 18, 544 (1974)
41. Robicsek, F.: Marlex Mesh Support for the Correction of Very Severe and Recurrent Pectus Excavatum. Ann. Thor. Surg. 26, 80 (1978)
42. Robicsek, F. et al.: Pectus Carinatum. J. Thor. Cardiovasc. Surg. 78, 52 (1979)
43. Rohm, G.U.: Erfahrungen bei der Operation der Trichterbrust an Hand von 300 Patienten. Dissertation Chir. Univ. Klinik Erl.-Nbg. (1972)
44. Schärli, A.F., Busch, W.: Trichterbrust-Stabilisation nach Rehbein (Eine Modifikation). Z. Kinderchir. 23, 163 (1978)

45. Stauffer, U.G.: Spätresultate nach Trichterbrustoperationen im Kindesalter. Zur Problematik der Operationsindikation. *Helv. Paediat. Acta* 30, 459 (1975)
46. Stucki, H.R.: Bestimmung des sagittalen Thoraxdurchmessers bei Kindern. *Z. Kinderchir.* 11, 21 (1972)
47. Welch, K.J., Vos, A.: Surgical Correction of Pectus Carinatum (Pigeon Breast). *J. Ped. Surg.* 8, 659 (1973)
48. Willital, G.H.: Operative Korrektur der Trichterbrust und ihre Spätergebnisse. *Mschr. Kinderheilkd.* 118, 633 (1970)
49. Willital, G.H., Meier, H., Schwandner, R.: Operative Korrekturmöglichkeiten der Trichterbrust und Kielbrust. *Langenbecks Arch. Chir.* 345, 173 (1977)
50. Willital, G.H., Meier, H.: Cause of Funnel Chest Recurrences-Operative Treatment and Longterm Results. *Progr. Ped. Surg.* 10, 253 (1977)
51. Zippel, H., Lange, M.L.: Ergebnisse der operativen Behandlung der Trichterbrust. *Beitr. Orthop. u. Traumatol.* 25, 481 (1978)
52. Hartl, H., Geley, L.: Operative Korrektur der Trichterbrust nach Rehbein - Langzeitergebnisse. 68. Kongreß der Gemeinsamen Gesellschaft für Plastische und Wiederherstellungschirurgie. Vortrag Innsbruck (Sept. 1981)

Herrn Prof: Dr. med. G.H. Willital danke ich
besonders für die stets freundliche und hilfs-
bereite Unterstützung bei der Durchführung
der Arbeit.

Mein Dank gilt auch dem Klinikdirektor
Prof. Dr. med. F.P. Gall, an dessen Klinik
ich die Arbeit durchführen durfte.

LEBENS LAUF

Am 22. Januar 1957 wurde ich als Sohn des Hausmeisters Franz Ulowetz und seiner Ehefrau Barbara, geb. Weinfurter, in Nürnberg-Katzwang geboren.

Ab 1963 besuchte ich die Volksschule in Katzwang. Im Jahre 1967 wechselte ich auf das Adam-Kraft-Gymnasium in Schwabach über, wo ich 1976 die Abiturprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1977 ließ ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg für das Studium der Humanmedizin immatrikulieren. Das Staatsexamen bestand ich am 21.04.1983.

